





Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental



EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO MINERO UTUNSA DE ANABI S.A.C. DURANTE EL 2017 Y 2018



SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

2018

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

RECIBIDO 2 8 SEP. 2018

Firma

2.27

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

INFORME N. °299 -2018-OEFA/DEAM-STEC

Α

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

JOSÉ CARLOS FARFÁN MEZA

Especialista de Evaluaciones Ambientales

ROSSAN LÓPEZ TARAZONA

Tercero Evaluador

MIGUEL MARCELO TORRE

Tercero Evaluador

CARLOS FIDENCIO LLANOS VÁSQUEZ

Tercero Evaluador

VÍCTOR CHAMA MOSCOSO

Tercero Evaluador

SEGUNDO ISRAEL CRESPO MORE

Tercero Evaluador

MARIO ESCOBEDO TORRES

Tercero Evaluador

CARLOS ALBERTO SANTA CRUZ BECERRA

Tercero Evaluador

BRYANT O'NELL POMEZ QUIROZ

Tercero Evaluador

ALEX ADONIS CÁCERES MUÑA

Tercero Evaluador

ALFREDO LEONARDO GUZMÁN CALDAS

Tercero Evaluador

ASUNTO

Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del

proyecto minero Utunsa de Anabi S.A.C. durante el 2017 y 2018

REFERENCIA

Planefa 2018

FECHA

Lima.

2 8 SEP. 2018

2018-101-35653

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





Ministerio del Ambiente

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

INFORMACIÓN DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA 1.

Datos generales de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del provecto minero Utunsa de Anabi S A C

proy	recto minero Utunsa de Ana	ol S.A.C.
a.	Ubicación general	Distrito Quiñota, provincia Chumbivilcas, departamento Cusco, y el distrito Haquira, provincia Cotabambas, departamento Apurímac.
b.	Ámbito de influencia	Área de influencia del proyecto minero Utunsa, de Anabi S.A.C.
C.	Antecedente	Planefa 2017 y 2018
d.	Objetivo general	Evaluar la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto minero Utunsa, durante el 2017 y 2018.
e.	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental temprana

Cantidad de puntos evaluados por matriz en el área de influencia del proyecto minero Utunsa de Anabi S.A.C. durante el 2017 y 2018

a.	Fecha de	Primer monitoreo	9/08/2017	al 26/08/2017			
d.	comisión	Segundo monitoreo	5/03/2018 al 14/03/2018				
			Primer monitoreo				
	6 - 6	A sue auxorficial	Quebradas	35			
		Agua superficial	Manantiales	5			
			Fitoplancton	5			
			Zooplancton	5			
	1		Perifiton	24			
		Comunidades hidrobiológicas	Macroinvertebrados bentónicos	24			
			Necton (peces)	4			
			Metales en tejido de peces (incluido Hg)	4			
		Aire	4				
	Puntos evaluados		Segundo monitoreo				
		Agua superficial	Quebradas	46			
			Manantiales	8			
o .		Sedimento		23			
		evaluados		Fitoplancton	6		
		Comunidades hidrobiológicas	Zooplancton	6			
			Perifiton	43			
			Macroinvertebrados bentónicos	43			
			Necton (peces)	2			
		THE STATE OF COMME	Metales en tejido de peces (incluido Hg)	2			
			EF1	6 transectos			
			EF2	5 transectos			
			EF4	13 transectos			
		Flora silvestre	EF5	4 transectos			
	16.00		EF6	9 transectos			
			EF9	3 transectos			
			EF10	5 transectos			



EVALAGEN FEGGLERGEN ANERENTAL 001810

- TENT _

				EF3	12 tra	ansectos	
				EF7	8 tra	nsectos	
				EF8	6 tra	insectos	
				EF12	4 tra	nsectos	
				EF13	3 tra	insectos	
				EF4	5 VES	2 transectos	
				EF6	4 VES	1 transecto	
				EF5	3 VES	1 transecto	
				EF1	3 VES	2 transectos	
			123	EF2	2 VES	1 transecto	
			Anfibios y reptiles	EF10	3 VES	2 transectos	
			reptiles	EF9	2 VES	1 transecto	
				EF12	5 VES	2 transectos	
				EF8	3 VES	2 transectos	
				EF3	5 VES	2 transectos	
- 9				EF7	7 VES	3 transectos	
				EF1		4 transectos	
			AND REAL PROPERTY OF THE PROPERTY OF THE PARTY OF THE PAR	EF2		2 transectos	
				EF10		3 transectos	
				EF9		3 transectos	
				EF5		4 transectos	
	THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO IS NOT THE PERSON NAMED IN COLUMN TRANSPORT OF THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO IS NAMED IN COLUMN TRANSPORT NAMED IN COLUMN TWO IS NAMED IN COLU	Fauna		EF4		3 transectos	
	s	ilvestre	Aves	EF6		3 transectos	
				EF13		1 transecto	
					EF12	1 conteo total	3 transectos
				EF3		8 transectos	
				EF7		4 transectos	
				EF8	1 conteo total		
				EF1	2 cámaras trampa	1 transecto	
				EF8	4 cámaras trampa	1 transecto	
			Mamíferos	EF3	4 cámaras trampa		
	1			EF7	1 cámara trampa	1 transecto	
				EF12	2 cámaras trampa		



Ministerio del Ambiente

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

Matrix Daylarda		Cantidad de puntos que incumplieron la norma			
Matriz	Parámetro	Normas del IGA (1)	Norma vigente (2)		
		Primer monitoreo	Primer monitoreo		
		Microcuenca Yahuarmayo	Microcuenca Yahuarmayo		
		Manantial Yanaocco: M. Yanaocco Manantial Qellohuayco: M. Qellohuayco Manantial Millopata: M. Millopata Laguna Pistoro: LPist3 Laguna Puccacocha: LPucc1 Quebrada Local: QLoca 2 y QLoca3 Quebrada Yahuarmayo: QYahu1, QYahu2 y QYahu3 Quebrada Qellocasa: QSN1 Microcuenca Chicorume-Pallani Laguna Angascocha: LAnga1 Quebrada Angascocha: QAnga1 Quebrada Pallani: QPall1 y QPall2 Quebrada Umasa: QUmas1 Quebrada Chicorume: QChic1 y QChic2 Quebrada Collpa: QColl1 y QColl2 Quebrada Utunsa: QUtun1 Quebrada Pallalla Puncco: QPPunc1	Manantial Yanaocco: M. Yanaocco Manantial Qellohuayco: M. Qellohuayco Manantial Millopata: M. Millopata Laguna Pistoro: LPist3 Laguna Pistoro: LPist3 Laguna Puccacocha: LPucc1 Quebrada Local: QLoca 2 y QLoca Quebrada Yahuarmayo: QYahu: QYahu2 y QYahu3 Quebrada Qellocasa: QSN1 Microcuenca Chicorume-Pallani Laguna Angascocha: LAnga1 Quebrada Angascocha: QAnga1 Quebrada Pallani: QPall1 y QPall2 Quebrada Umasa: QUmas1 Quebrada Chicorume: QChic1 QChic2 Quebrada Collpa: QColl1 y QColl2 Quebrada Utunsa: QUtun1 Quebrada Pallalla Puncca QPPunc1		
		Microcuenca Huayllani	Microcuenca Huayllani		
Agua	рН	 Quebrada Huayllani: QHuay2A Quebrada sin nombre (tributario de la quebrada Huayllani): QSNHuay1 Quebrada Huiscachan Huayco: QSNHuay2 Quebrada Surimana: QSuri1A, QSuri1 Manantial Ccomerpata: M. Ccomerpata 	Quebrada Huayllani: QHuay2A Quebrada sin nombre (tributario de la quebrada Huayllani): QSNHuay2 Quebrada Huiscachan Huayo QSNHuay2 Quebrada Surimana: QSuri1/QSuri1 Manantial Ccomerpata: Manantial Ccomerpata		
,		Segundo Monitoreo:	Segundo Monitoreo:		
	= "	Microcuenca Yahuarmayo	Microcuenca Yahuarmayo		
		 Manantial Bofe1: Bofe1 Manantial Yanaocco: M. Yanaocco Manantial Qellohuayco: M. Qellohuayco Manantial Millopata: M. Millopata Laguna Puccacocha: LPucc1 Quebrada Local: QLoca1, QLoca 2 y QLoca3 Quebrada Qellohuaycco: QQello1 	Manantial Bofe1: Bofe1 Manantial Yanaocco: M. Yanaocco Manantial Qellohuayco: M. Qellohuayco Manantial Millopata: M. Millopata Laguna Puccacocha: LPucc1 Quebrada Local: QLoca1, QLoca 2 QLoca3 Quebrada Qellohuaycco: QQello1		



· Quebrada Qellocasa: QSN1

Microcuenca Chicorume-Pallani

 Laguna Angascocha: LAnga1 Quebrada Angascocha: QAnga1
Quebrada Pallani: QPall1 y QPall2

Quebrada Umasa: QUmas1

• Quebrada Qellocasa: QSN1

Microcuenca Chicorume-Pallani

• Laguna Angascocha: LAnga1

Quebrada Umasa: QUmas1

Quebrada Angascocha: QAnga1 • Quebrada Pallani: QPall1 y QPall2

Matriz	Parámetro		e incumplieron la norma
Matriz	Tarametro	Normas del IGA (1)	Norma vigente (2)
		 Quebrada Chicorume: QChic1 Quebrada Collpa: QColl1 y QColl2 Quebrada Utunsa: QUtun1 Quebrada Porjo: QPorjo1 	 Quebrada Chicorume: QChic1 Quebrada Collpa: QColl1 y QColl2 Quebrada Utunsa: QUtun1 Quebrada Porjo: QPorjo1
		Microcuenca Huayllani	Microcuenca Huayllani
		Quebrada Surimana: QSuri1A Manantial Ccomerpata: M. Ccomerpata	Quebrada Surimana: QSuri1A Manantial Ccomerpata: M Ccomerpata
		Primer monitoreo	Primer monitoreo
		Microcuenca Yahuarmayo	Microcuenca Yahuarmayo
		Manantial Millopata: M. Millopata	Manantial Millopata: M. Millopata
		Microcuenca Chicorume-Pallani	Microcuenca Chicorume-Pallani
	Oxígeno disuelto	Quebrada Pallani: QPall1 Quebrada Umasa: QUmas1	Quebrada Pallani: QPall1 Quebrada Umasa: QUmas1
		Segundo monitoreo	Segundo monitoreo
		Microcuenca Yahuarmayo	Microcuenca Yahuarmayo
		Manantial Millopata: M. Millopata	Manantial Millopata: M. Millopata
	Aluminio total	Primer monitoreo	Primer monitoreo
		Microcuenca Chicorume-Pallani	Microcuenca Chicorume-Pallani
		Quebrada Collpa: QColl1Quebrada Utunsa: QUtun1	Quebrada Ċollpa: QColl1 Quebrada Utunsa: QUtun1
1		Segundo monitoreo	Segundo monitoreo
		Microcuenca Chicorume-Pallani	Microcuenca Chicorume-Pallani
		 Quebrada Utunsa: QUtun1 	Quebrada Utunsa: QUtun1
		Microcuenca Yahuarmayo	Microcuenca Yahuarmayo
4		Quebrada Local: QLoca1, QLoca2 y QLoca3	Quebrada Local: QLoca1, QLoca2 y QLoca3
		Segundo monitoreo	Segundo monitoreo
	Cobalto total	Microcuenca Yahuarmayo • Quebrada Local: QLoca1 y QLoca2	Microcuenca Yahuarmayo • Quebrada Local: QLoca1 y QLoca2
'		Segundo monitoreo	Segundo monitoreo
	Cobre total	Microcuenca Yahuarmayo • Quebrada Local: QLoca1 y QLoca2	Microcuenca Yahuarmayo • Quebrada Local: QLoca1 y QLoca2
		Primer monitoreo	Primer monitoreo
		Microcuenca Chicorume-Pallani Quebrada Utunsa: QUtun1	Microcuenca Chicorume-Pallani Quebrada Utunsa: QUtun1
	Hierro total	Segundo monitoreo	Segundo monitoreo
		Microcuenca Yahuarmayo Quebrada Local: QLoca1	Microcuenca Yahuarmayo • Quebrada Local: QLoca1



Ministerio del Ambiente

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

	Devémento	Cantidad de puntos que incumplieron la norma			
Matriz	Parametro	Normas del IGA (1)	Norma vigente (2)		
		Primer monitoreo Microcuenca Huayllani	Primer monitoreo Microcuenca Huayllani		
		Quebrada Huiscachan Huayco: QSNHuay2 Segundo monitoreo	Quebrada Huiscachan Huayco: QSNHuay2 Segundo monitoreo		
	Manganeso total	Microcuenca Yahuarmayo • Quebrada Local: QLoca1 y QLoca2	Microcuenca Yahuarmayo • Quebrada Local: QLoca1 y QLoca2		
		Microcuenca Huayllani Quebrada Huiscachan Huayco: QSNHuay2	Microcuenca Huayllani Quebrada Huiscachan Huayco: QSNHuay2		
	min.	Segundo monitoreo	Segundo monitoreo		
	Níquel total	Microcuenca Yahuarmayo • Quebrada Local: QLoca1	Microcuenca Yahuarmayo • Quebrada Local: QLoca1		
			Segundo monitoreo		
			Microcuenca Yahuarmayo Laguna Pistoro: SED-LPist3, SED-LPist4		
			Laguna Puccacocha: SED-LPucc1 Quebrada sin nombre (tributario de la quebrada Yahuarmayo): SED-QSNYahu1		
	- 2 -		Quebrada Local: SED-QLoca2 Quebrada Yahuarmayo: SED-Yahu1, SED-Yahu3		
	Arsénico total	<u> </u>	Microcuenca Chicorume-Pallani Laguna Angascocha: SED-LAnga1 Quebrada sin nombre (tributario de la quebrada Collpa): SED-QSNColl1		
Sedimentos			Quebrada Conpa): SED-QSNCon1 Quebrada Utunsa: SED-QUtun1 Quebrada Collpa: SED-QColl1 SED-QColl2		
Sedi			Microcuenca Huayllani		
			Quebrada Huiscachan Huayco SED-QSNHuay2 Quebradas Surimana: SED-		
			Quebradas Surimana: SED- QSuri1A, SED-QSuri1-AB, SED- QSuri1		
			Segundo monitoreo		
	Cadmio total		Microcuenca Chicorume-Pallani		
			Laguna Angascocha: SED-LAnga1		
			Segundo monitoreo		
	Cobre total		Microcuenca Chicorume-Pallani Laguna Angascocha: SED-LAnga1		

^{(1):} Agua: D.S. N°. 015-2015-MINAM.

^{(2):} Agua: D.S. N°. 004-2017-MINAM. / Sedimento: Valor PEL de la CEQG (Guía de Calidad Ambiental Canadiense-Canadian Environmental Quality Guidelines—Sediment Quality Guidelines for freshwater)



2. PRINCIPALES CONCLUSIONES

Microcuenca Yahuarmayo

Las aguas superficiales de la laguna Pistoro y sus tributarios en agosto 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) presentaron pH dentro del rango establecido en los ECA para agua Cat.3 (2015 y 2017), excepto el punto LPist3 (lado norte de la laguna) que fue ligeramente ácido en la época seca. Asimismo, estas aguas presentaron concentraciones de metales muy bajas o no detectables, las cuales no superan los estándares antes mencionados. Además, presentaron baja conductividad eléctrica, se clasificaron como aguas bicarbonatadas cálcicas magnésicas y fueron de muy débil mineralización. Los sedimentos ubicados al lado norte de la laguna Pistoro (SED-LPist3 y SED-LPist4) presentaron concentraciones de arsénico que superaron al valor referencial PEL de la CEQG. Las concentraciones de arsénico en los sedimentos podrían deberse al tipo de formación geológica y a las condiciones del suelo, ya que en la parte alta del lado norte de la laguna Pistoro se evidenció un suelo fuertemente erosionado, que podría llegar hacia la laguna, a través de mecanismos de transporte. Cabe mencionar que en la parte alta de esta laguna se ubica el PM Utunsa.

En la laguna Pistoro, los organismos más representativos para las comunidades hidrobiológicas fueron los pertenecientes al género *Tabellaria* para el fitoplancton, así como las especies Corythion sp. y Trinema lineare para el zooplancton, asociándose a un proceso de eutrofización en la laguna. Así también, la presencia de especies de microalgas (perifiton) como Tabellaria floculosa y micoorganismos (perifiton) como Corythion sp. y Trinema lineare, estarían asociadas a este proceso. Sobre la comunidad de peces, podemos indicar que se encontraron condiciones ambientales adecuadas para su desarrollo en la laguna; los peces (trucha) capturados presentaron concentraciones de metales (cadmio, plomo y mercurio) en sus músculos que no superaron los contenidos máximos para consumo (SANIPES, 2016).

En los tributarios de la laguna Pistoro, las especies más representativas de microalgas (perifiton) fueron Hannaea arcus y Tabellaria floculosa, que indican la presencia de ambientes ricos en nutrientes para su desarrollo. Asimismo, la especie más representativa para macroinvertebrados bentónicos fue Cricotopus sp., que es bioindicadora tolerante a un amplio rango de variables ambientales.

En las dos épocas evaluadas en la laguna Puccacocha, las aguas superficiales presentaron pH ligeramente ácido y se encontraron fuera del rango establecido en los ECA para agua Cat.3 (2015 y 2017). Asimismo, estas aguas presentaron concentraciones de metales muy bajos o no detectables, los cuales no superaron los estándares antes mencionados. Además, fueron aguas de baja conductividad eléctrica, clasificadas como sulfatadas cálcicas magnésicas y de muy débil mineralización. En relación con el sedimento de la laguna (SED-LPucc1), evaluado solo en época húmeda, este presentó concentraciones de arsénico que superó el valor referencial PEL de la CEQG.

Asimismo, la laguna Pucaccocha se encontraría bajo el mismo proceso de eutrofización natural que la laguna Pistoro, teniendo al género Peridinium como el más representativo del fitoplancton, el cual es un indicador de eutrofia y capaz de formar florecimientos algales nocivos. Así también, las especies más representativas del zooplancton como Nematoda ND y Centropagidae ND, y los



HARW BIRNAN

Ministerio

del Ambiente

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

géneros más representativos de los microorganismos (perfiiton) como Proales y Vorticella, estarían también relacionadas al proceso de eutrofización señalado.

El proceso de eutrofización en la laguna Puccacocha podría acelerarse debido a actividades antrópicas como pastoreo o uso de las aguas como bebederos de animales en sus alrededores. Debido a las características ácidas del agua, se determinaron especies de microalgas (perifiton) tolerantes a estas condiciones como las más abundantes, teniendo entre ellas a Brachysira brebissonii y Eunotia cf. bilunaris, así como al género Leptocinclis. Es posible que las condiciones ambientales de pH (< 5,0 unidades de pH) no brinden un adecuado rendimiento para la crianza de peces (trucha).

Durante la época seca en la quebrada Local desde la parte alta hacia la parte baja el pH disminuyó y, la conductividad eléctrica y los metales se incrementaron. Mientras que en la época húmeda, la parte alta de la quebrada (QLoca1) se activó por las lluvias presentando los mayores valores de conductividad eléctrica y concentraciones de sulfatos y metales, las cuales conforme las aguas discurrieron hacia la parte baja (QLoca3) disminuyeron, mientras que el pH aumentó, posiblemente por el aporte de la quebrada Qellohuayco y manantiales (Yanaocco y Millopata). La alteración de las características fisicoquímicas de las aguas de la parte alta de la quebrada, durante la época húmeda, es concordante con las características de los drenajes ácidos.

En la época húmeda, en la parte alta de la quebrada Local (QLoca1) las concentraciones de aluminio, cobre, hierro, manganeso y níquel; en la parte media (QLoca2) el aluminio, cobre y manganeso, y; en la parte baja (QLoca3) el aluminio, superaron los ECA para agua Cat.3 (2015 y 2017), mientras que en la época seca las concentraciones de los parámetros evaluados cumplieron con los estándares mencionados, excepto el pH.

Durante la época seca las aguas de la quebrada Local fueron de muy débil mineralización, mientras que en la época húmeda en la parte alta fueron de excesiva mineralización y en la parte baja de débil mineralización, además sus aguas se clasificaron como sulfatadas cálcicas magnésicas (época húmeda). Con respecto a los sedimentos, evaluados solo en la época húmeda y en la parte media de la quebrada (SED-QLoca2), la concentración de arsénico superó el valor referencial PEL de la CEQG.

La parte alta y media de la quebrada Local (HID-QLoca1 y HID-QLoca2) presentaron condiciones adversas para el desarrollo de las comunidades hidrobiológicas debido a las características fisicoquímicas del agua (aguas ácidas) y una alta carga de metales que se encuentran en ella, causado por alteraciones del cauce en la parte alta de la quebrada. Bajo estas características, se evidenció la presencia de microalgas (perifiton) como Chroococcus dispersus, Eunotia sp. 2 y Leptolyngbya sp. 1, todas ellas tolerantes a aguas de características ácidas, así como la ausencia de macroinvertebrados bentónicos lo cual indicaría una pésima calidad biológica (época húmeda).

El punto aguas abajo de la quebrada Local (HID-QLoca3), en ambas épocas presentó especies de microalgas (perifiton) indicadoras de aguas ácidas como Eunotia arcus, Frustulia aff. chilensis y Chroococcus dispersus. Así también, este punto presentó a la especie Podonomus sp. como el más representativo de los macroinvertebrados bentónicos durante ambas épocas, siendo esta una especie



A TSYX

asociada a procesos de eutrofización, presentando entre pésima a mala calidad biológica (según el ABI).

En las aguas superficiales de la quebrada Yahuarmayo el pH en todos los puntos evaluados (ambas épocas) incumplió los ECA para agua Cat.3 (2015 y 2017), excepto en el punto QYahu1A (época húmeda). Los demás parámetros evaluados en la quebrada Yahuarmayo y en su tributario (QSNHuay1) cumplieron los estándares mencionados y fueron de muy débil mineralización. Cabe señalar que, en la época seca las concentraciones de cobre, estroncio, manganeso y zinc fueron mayores a las registradas en la época húmeda. Además, las aguas de la parte alta de la quebrada fueron sulfatadas cálcicas y luego de recibir el aporte de la quebrada sin nombre (QSNYahu1A) cambiaron a sulfatadas sódicas-magnésicas; las aguas del tributario fueron sulfatadas sódicas-magnésicas.

Los sedimentos de la quebrada Yahuarmayo (SED-Yahu1 y SED-Yahu3) y de su tributario (SED-QSNYahu1) en la época húmeda presentaron concentraciones de arsénico que superaron al valor referencial PEL de la CEQG, lo cual guarda relación con las concentraciones de arsénico presente en suelos aledaños a estos puntos.

Para las comunidades hidrobiológicas, se determinó que los puntos de la quebrada Yahuarmayo presentaron buenas condiciones para el desarrollo de la comunidad del perifiton, presentando en la parte alta de la quebrada (antes del aporte de HID-QSNYahu1) una mayor composición de especies de phylum Bacillariophyta, el cual es el más representativo sobre otros phyla (ambas épocas). Asimismo, el incremento del caudal producto de las lluvias durante la época húmeda, limitaría el desarrollo de los macroinvertebrados bentónicos. Esto debido a que, en la época seca, después del aporte de HID-QSNYahu1, se encontraron diversos tipos de especies, sensibles y tolerantes a cambios en el medio ambiente, como *Podonomus* sp. y *Claudioperla tigrina* respectivamente, en comparación a la época húmeda en la que no se encontraron organismos en los puntos HID-QYahu1 y HID-QYahu2.

Microcuenca Chicorume-Pallani

Los parámetros evaluados (conductividad eléctrica, sólidos totales suspendidos, metales, etc.) en las aguas superficiales de la laguna Angascocha, y quebrada Angascocha—Pallani y su tributario (quebrada Umasa) cumplieron los ECA para agua Cat.3 (2015 y 2017) a excepción del pH en ambas épocas y el oxígeno disuelto solo en los puntos QPall1 (quebrada Pallani) y QUmas1 (quebrada Umasa) en la época seca (subcategoría D2). Las concentraciones de metales, en estos cuerpos de agua, fueron mayores durante la época seca. Además, estas aguas se clasificaron como sulfatadas cálcicas y la mineralización disminuyó conforme las aguas discurrieron manteniéndose como muy débil.

El sedimento evaluado en la laguna Angascocha (SED-LAnga1) registró concentraciones de arsénico, cadmio y cobre, que superaron los valores referenciales PEL de la CEQG posiblemente debido a la geología del lugar y a los suelos aledaños a este punto que presentaron los mismos metales en la línea base (2010). Cabe indicar que en la parte alta de esta laguna se ubicarán los tajos 2 y 3 del proyecto minero Utunsa.



Ministerio

del Ambiente

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

La laguna Angascocha se encontraría bajo un proceso de eutrofización natural, teniendo al género *Peridinium* (el más representativo del fitoplancton en la época seca), al género Bdelloidea ND (el más representativo del zooplancton en la época húmeda) y a la especie *Tabellaria floculosa* (la más representativo de las microalgas en la época húmeda) como indicadores de eutrofia. Cabe indicar que *Peridinium* es un potencial formador de florecimientos algales nocivos.

El proceso de eutrofización de laguna Angascocha podría acelerarse debido a actividades antrópicas como pastoreo o uso de las aguas como bebederos de animales en sus alrededores. Por otro lado, el género *Fragilaria* (el más representativo del fitoplancton en la época húmeda), al igual que el género *Arcella* (el más representativo del zooplancton en la época húmeda) y al género *Frustulia* (el más representativo de las microalgas en la época seca), se caracterizan por ser tolerantes a ambientes de aguas ácidas. Es posible que las condiciones ambientales de pH (< 4,0 unidades de pH), característico de esta laguna, no brinden un adecuado rendimiento para la crianza de peces (trucha).

En la quebrada Angascocha-Pallani (HID-QAnga1 y HID-QPall1) y su tributario (HID-QUmas1) el phylum Bacillariophyta fue el más representativo del grupo de microalgas (perifiton), asociado a aguas con características ácidas de pH, siendo el género *Eunotia* fue el más representativo de los Bacillariophyta, caracterizado por ser tolerante a aguas ácidas. Asimismo, en la parte baja de la quebrada (HID-QPall2) se evidenció un aumento del pH, produciendo un cambio en la composición de especies, dado por la reducción de especies del phylum Bacillariophyta y un aumento de los phyla Cyanobacteria y Chlorophyta. El pH acido de las aguas limitaría el desarrollo de microalgas, sobretodo de especies sensibles.

Cabe señalar que en los puntos HID-QUmas1 (tributario de la quebrada Angascocha-Pallani) y HID-QPall1 (quebrada Angascocha-Pallani) no se encontraron organismos de macroinvertebrados bentónicos en la época húmeda debido a que la calidad hidromorfológica en ambos puntos fue moderada, debido a que la quebrada atraviesa un bofedal y pastizales, limitando el desarrollo de esta comunidad. Asmimismo, el incremento del caudal influye en la composición de especies de esta comunidad en los puntos HID-QAnga1 y HID-QPall2, ya que presentaron una moderada calidad biológica en la época seca y una mala calidad en la época húmeda. Estos puntos presentaron a la familia Chironomidae como los de mayor dominancia, grupo caracterizado por ser indicador de procesos de eutrofización y ser tolerante a un amplio rango de variables, como es el caso de las aguas de características ácidas.

En la época seca en la naciente de la quebrada Collpa-Pallalla Punco, la cual solo recibe las aguas de la quebrada Utunsa, el pH se incrementó conforme el agua discurrió desde la parte alta hacia la parte baja y contrariamente la conductividad eléctrica y la concentración de metales disminuyeron. Asimismo, en la época húmeda la tendencia fue la misma. Cabe señalar que en esta época, la quebrada recibe aguas de las quebradas Utunsa (QUtun1) y Parca Orjo (QPOrjo1), las cuales presentaron características de drenajes ácidos de roca.

Las aguas de las quebradas Utunsa (QUtun1), Collpa-Pallalla Punco, parte alta, (QColl1, QColl2) y Parca Orjo (QPOrjo1) clasificaron como sulfatadas cálcicas magnésicas, mientras que la parte baja de la quebrada Collpa-Pallalla Punco (QPPunc1) se clasificó entre sulfatada y bicarbonatada cálcica magnésica.



Además, la mineralización disminuyó conforme las aguas discurrieron hacia la parte baja cambiando de media a muy débil mineralización.

En la época seca el pH en las quebradas Utunsa (QUtun1), Collpa-Pallalla Punco (QColl1, QColl2 y QPPunc1) y, en la época húmeda en las quebradas Parca Orjo (QPOrjo1), Utunsa (QUtun1) y Collpa-Pallalla Punco (QColl1, QColl2) incumplió los ECA para agua Cat.3 (2015 y 2017). Asimismo, las concentraciones de aluminio (ambas épocas) y hierro (época seca) en la quebrada Utunsa (QUtun1) y, aluminio (época seca) en la quebrada Collpa-Pallalla Punco (QColl1) superaron los estándares mencionados.

Con relación a los sedimentos ubicados en la quebrada Collpa (SED-QColl1 y SED-QColl2) y Utunsa (SED-QUtun1) las concentraciones de arsénico se encontraron por encima del valor referencial PEL de la CEQG. Las concentraciones de arsénico en los puntos SED-QColl1 y SED-QUtun1, podrían deberse al arrastre del suelo y roca mineralizada de la parte alta, que presentó concentraciones de arsénico, el cual estaría sedimentando en las quebradas.

La quebrada Parca Orjo (HID-QPOrjo1), Utunsa (HID-QUtun1) y la quebrada Collpa-Pallalla Punco (HID-QColl1) ubicadas próximas a las actividades mineras, presentaron condiciones adversas para el desarrollo de las comunidades hidrobiológicas, dada por aguas de características ácidas, asociado a la alta concentración de metales y por las alteraciones de los cauces, causada por el arraste de material proveniente de la parte alta de estas quebradas. Esta características se asociaron a la presencia de especies de microalgas (perifiton) como son *Eunotia* cf. *exigua* y *Pinnularia microstauron* en la quebrada Utunsa; *Pseudanabaena* sp. 2 en la quebrada Parca Orjo; así como *Tabellaria floculosa* (HID-QColl1) y *Eunotia* cf. *exigua* (HID-QColl1) y HID-QColl2), en la quebrada Collpa-Pallalla Punco, todas ellas especies tolerantes a aguas de características ácidas.

De acuerdo a la evaluación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en la época seca, la calidad biológica (según el ABI) en la quebrada Utunsa (HID-QUtun1) fue moderada y en la quebrada Collpa-Pallalla Punco (HID-QColl1) fue mala. Asimismo, las quebradas Parca Orjo (HID-Porjo1) y Utunsa fueron de pésima calidad biológica en la época húmeda. Estos puntos presentaron a la familia Chironomidae como los de mayor dominancia, grupo caracterizado por ser indicador de procesos de eutrofización y ser tolerante a un amplio rango de variables, como es el caso de las aguas de características ácidas.

Cabe señalar que, si la quebrada Collpa-Pallalla Punco (HID-QColl2), la cual presentó una pobre abundancia de microalgas y ausencia de macroinvertebrados bentónicos relacionado posiblemente al fuerte caudal (epoca húmeda), sufriese un aumento en la cantidad de nutrientes por alguna actividad antrópica, sumado a las características ácidas del agua (< 6,0 unidades de pH), podría ponerse en riesgo las condiciones ambientales para una adecuada crianza de truchas.

Por otro lado, la muestra de músculo de trucha proveniente de la piscigranja (HID-QColl2), la cual no hace uso de las aguas de la quebrada Collpa, no registró metales que superaron las concentraciones máximas de cadmio, plomo y mercurio para consumo humano (SANIPES, 2016).



Ministerio

del Ambiente

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

La quebrada Ocolloclla (QOcol1) registró pH ligeramente neutro, baja conductividad, muy débil mineralización y baja concentración de metales (ambas épocas). Además, los parámetros evaluados cumplieron con los ECA para agua Cat.3 y sus aguas se clasificaron como bicarbonatada cálcica (época húmeda).

Por otro lado, la quebrada Collpa-Pallalla Puncco (HID-QPPunc1) y su tributario Ocolloclla (HID-QOcol1) presentaron buenas condiciones ambientales para el desarrollo de las comunidades hidrobiológicas tanto de microalgas (perifiton) al presentarse una composición de especies de diversos phyla, como de macroinvertebrados bentónicos al presentarse una composición de especies de diversos órdenes mayormente facultativos y tolerantes, sobretodo en la época seca, ya que en la época húmeda el aumento del caudal estaría afectando el hábitat de esta comunidad. Cabe señalar que, las aguas de la quebrada Ocolloclla presentaron buenas condiciones para la crianza de trucha (pH neutro y baja concentración de metales). Las muestras de músculo de truchas proveniente de un criadero que usa las aguas de la quebrada Ocolloclla (ambas épocas), no registraron metales que superaron las concentraciones máximas para el consumo humano (SANIPES, 2016).

En las aguas de la quebrada Chicorume (ambas épocas) el pH, la conductividad eléctrica y las concentraciones de los metales aumentaron conforme discurren hacia la parte baja; en la época húmeda cambiaron sus facies de bicarbonatadas sódicas a bicarbonatadas cálcicas magnésicas, manteniendo su muy débil mineralización. Además, el pH en la parte alta (ámbas épocas) y media (época seca) de la quebrada incumplió los ECA para agua Cat.3, mientras que la parte baja cumplió este estándar.

La concentración de arsénico en el sedimento de la parte baja de la quebrada Chicorume (QSNColl1) superó el valor referencial PEL de la CEQG y fue mayor a la parte alta. Dicho incremento se debería a la presencia de arsénico presente en los suelos erosionados que por el mecanismo de escorrentía estarían llegando a la quebrada.

La quebrada Chicorume, presentó buenas condiciones para el desarrollo de las comunidades hidrobiológicas, mostrando una mayor composición de especies de microalgas (perifiton) de diversos phyla en la parte alta (HID-QChic2), en comparación a la parte baja (HID-QSNColl1) en la época húmeda. Además, el incremento del caudal producto de las lluvias durante la época húmeda, sería el mayor limitante para el desarrollo de los macroinvertebrados bentónicos durante esta época, sobretodo en la parte baja de la quebrada. Esto debido a que en la epoca seca el punto HID-QSNColl1, presentó una buena calidad biológica, dado en su mayoría por especies tolerantes y facultativas de esta comunidad, ya que en la época húmeda no se encontraron organismos.

Microcuenca Huayllani

En la época seca en las aquas superficiales de la parte baja de la quebrada Huayllani (QHuay2A) el pH disminuyó con respecto a la parte alta (QHuay1), a diferencia de la época húmeda. Además, en ambas épocas la conductividad eléctrica se incrementó, mientras que la concentración de sulfatos y metales registraron baja variabilidad conforme las aguas discurrieron, debido al aporte de quebrada sin nombre (QSNHuay1) y del bofedal. Asimismo, la conductividad eléctrica y la concentración de sulfatos y metales fueron menores en la época



サイングと人

húmeda, por el efecto de las lluvia, además del tributario y bodefal mencionado, y sus aguas se clasificaron como bicarbonatadas cálcicas magnésicas y de muy débil mineralización.

Todos los parámetros evaluados cumplieron con los ECA para agua Cat.3 (2015 y 2017), excepto el pH en los puntos QHuay2A y QSNHuay1 (época seca); en cuanto a los metales evaluados en sedimentos de la quebrada Huayllani (SED-QHuay2, SED-Huay2A y SED-QHuay2-AB), todas las concentraciones no superaron los valores referenciales PEL de la CEQG.

La quebrada Huayllani presentó buenas condiciones para el desarrollo de las comunidades hidrobiológicas siendo el phylum Bacillariophyta (diatomeas) el más representativo en lo que concierne a las microalgas (perifiton). Respecto a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, aguas arriba del aporte de la quebrada Huiscachan Huayco (HID-QSNHuay2), especialmente en la época seca, la comunidad presentó una mayor diversidad de especies y una buena calidad biológica (según el ABI), representado por especies tolerantes (familia Chironomidae), facultativas (familia Baetidae) y sensibles (familia Leptophlebiidae).

El pH (época seca) y la concentración de manganeso (ambas épocas) en la quebrada Huiscachan Huayco (QSNHuay2) incumplieron los ECA para aqua Cat.3 (2015 y 2017), mientras que la concentración de cianuro WAD (época húmeda) y los demás parámetros evaluados no superaron el estándar mencionado, además de presentar cianuro total y libre. Cabe mencionar, que en la parte alta de este punto (QSNHuay2), aproximadamente a 100 metros, se ubican dos pozas de sedimentación. Con respecto a su sedimento, la concentración de arsénico superó el valor referencial PEL de la CEQG, cuya presencia se debería al arrastre de material disturbado presente alrededor de las pozas de sedimentación.

Las aguas de la quebrada Huiscachan Huayco (QSNHuay2) tributario de la quebrada Huayllani en la época seca presentó pH, concentraciones de sulfatos, bicarbonatos, calcio, estroncio, manganeso que fueron menores que en la época húmeda; y se clasificaron como sulfatadas cálcicas magnésicas y de media mineralización (época húmeda). Además, en ambas épocas ésta quebrada presentó características diferentes a las quebradas evaluadas en la microcuenca Huayllani.

Asimismo, las aquas de este tributario de características ácidas y con concentraciones de metales, presentaría condiciones que limitarían el desarrollo de especies de diversos phyla de microalgas (perifiton), dado por una alta dominancia de organismos del phylum Bacillariophyta, sobretodo de la especie Gomphonema parvulum, la cual es indicadora de drenaje ácido. Cabe señalar que no se colectaron organismos de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (época húmeda), por ende tuvo una pésima calidad biológica (según el ABI).

En las aguas de la guebrada Surimana (ambas épocas) conforme discurrieron hacia la parte baja el pH se incrementó, los metales disminuyeron y sus facies cambiaron de sulfatadas cálcicas magnésicas (QSuri1A, QSuri1-AB, QSuri1) a bicarbonatadas cálcicas magnésicas (QSuri2), dichos cambios se deben a la capacidad de filtración del bofedal, ubicado entre los puntos QSuri1A y Qsuri1. Además, las aguas de esta quebrada fueron de muy débil mineralización. Asimismo, el pH en el punto QSuri1A (ambas épocas) y en el punto QSuri1 (época seca) incumplieron los ECA para agua Cat.3 y los demás parámetros evaluados



Ministerio

del Ambiente

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

cumplieron con este estándar. Cabe indicar que en la parte alta de esta quebrada se ubica el PAD de lixiviación del proyecto minero Utunsa.

Los sedimentos evaluados en la quebrada Surimana (QED-QSuri1A, SED-QSuri-AB v SED-QSuri1) presentaron concentraciones de arsénico que superaron al valor referencial PEL de la CEQG, el cual se debería a la concentración de arsénico presente en el suelo erosionado, ubicado aguas arriba de la quebrada, el cual estaría generando el arrastre de material por el cauce de esta quebrada.

Asimismo, la quebrada Surimana presentó una amplia composición de especies de diversos phyla, siendo mayor el número de especies pertenecientes al phylum Bacillariophyta en todos los puntos evaluados. Sin embargo, el punto HID-QSuri1A presentaría condiciones adversas para el desarrollo de esta comunidad, dado por la alteración del cauce (mala calidad hidromorfológica), pH ácido y concentraciones de metales en las aguas de la quebrada. En este punto las especies más representativas de las microalgas (perifiton) fueron Microspora floccosa, Achnanthidium sp. 1, Gomphonema gracile, Caloneis cf. undulatiformis, Navicula aff. parinacota y Eunotia arcus cuyos géneros son indicador de drenaje ácido.

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en el punto HID-QSuri1 (quebrada Surimana) presentó una buena calidad biológica (según el ABI) en la época seca, mientras que los demás puntos evaluados en la quebrada presentaron una pésima calidad biológica (ambas épocas). Esta pésima calidad biológica se debería a que: en el punto HID-QSuri1A se encontraron organismos de macroinvertebrados bentónicos tolerantes, siendo el más representativo Cricotopus sp., el cual se relaciona a una pésima calidad biológica; además, en el punto HID-QSuri1-AB no se observaron sustratos duros en el cauce de la quebrada, sobre los cuales se desarrollan gran número de especies pertenecientes a esta comunidad, debido a que la quebrada atraviesa grama terrestre y parches de un bofedal: así también, en los puntos HID-QSuri1 y HID-QSuri2 el aumento del caudal en la época húmeda sería la principal limitante para el desarrollo de esta comunidad.

Calidad de aire

Las direcciones de los vientos predominantes fue nor-noreste en el cerro Utunsa (AIR-UTUN), oeste-noroeste en el cerro Saywachayoj (AIR-SAY), noroeste en el poblado de Piscocalla (AIR-PISCO) y sur-suroeste en el poblado Hatun Rumiyoc (AIR-HATUN), sin embargo la mayor cantidad de frecuencias de las direcciones de los vientos en los puntos ubicados en los cerros Utunsa y Saywachayoj provinieron de la zona del proyecto minero Utunsa, en el periodo de evaluación.

Las concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) y plomo en los cuatro puntos de monitoreo (AIR-UTUN, AIR-SAY, AIR-PISCO y AIR-HATUN) no superaron los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para aire (2001 y 2017) y la máxima concentración registrada fue de 63,6 µg/m³ (AIR-SAY). Asimismo, las concentraciones de metales cumplieron con los valores de referencia de la norma canadiense (AAQC) y, de acuerdo a los valores del índice de calidad de aire (INCA) para PM₁₀, todos los puntos evaluados calificaron como buena calidad de aire.



Flora silvestre

Se evaluaron 12 ecosistemas frágiles (10 bofedales y 2 lagunas) en ellas se diferenciaron 3 tipos de formaciones vegetales (bofedal, roquedales y pajonales), de los cuales la formación vegetal bofedal fue la más representativa de la flora silvestre.

Se registraron 154 especies agrupadas en 38 familias botánicas y 94 géneros, siendo las familias más diversas Asteraceae y Poacea; y los géneros más diversos Senecio y Calamagrostis. La vegetación de roquedal fue la formación vegetal de mayor riqueza con 95 especies, seguida de la formación vegetal de bofedal con 88 especies. Sin embargo, respecto a la cobertura vegetal, la formación vegetal de roquedal presentó en promedio el menor valor de cobertura con 55,6 %, mientras que la formación bofedal fue la que presentó mayor cobertura con 74,32 %. Por otro lado, las herbáceas corresponden al estrato más diverso con el 79,2 % de las especies registradas en el área de estudio.

Las especies con mayor abundancia relativa en el área evaluada fueron Plantago tubulosa, Stipa ichu y Aciachne pulvinata. Siendo Plantago tubulosa, Hypochaeris taraxacoides y Werneria pygmaea las especies más abundantes en los bofedales; en el roquedal Stipa ichu y Trichophorum rigidum; y las especies Stipa ichu y Aciachne pulvinata en el pajonal.

Las formaciones vegetales asociadas a las lagunas (pajonal y roquedal) fueron las más diversas respecto a las evaluadas en los bofedales. Por otro lado, las zonas más diversas se encontraron en la microcuenca Huayllani (EF10 y EF1) y Yahuarmayo (EF8).

El análisis estadístico multivariado (NMDS) y de similitud, muestran que las formaciones vegetales evaluadas están bien definidas (agrupadas), de los cuales los bofedales poseen baja similitud con el pajonal y roquedal; sin embargo, las formaciones más similares respecto a las lagunas fueron el pajonal y roquedal.

Con respecto al estado de conservación o endemismo se registraron 18 especies, teniendo 7 especies protegidas según la legislación peruana, 4 especies en IUCN y 3 especies CITES, asimismo 6 especies fueron endémicas de Perú, de los cuales 3 especies amplían sus rangos de distribución.

Fauna silvestre

En el área de evaluación se registraron 4 especies de anfibios: Pleurodema marmoratum, Gastrotheca marsupiata, Rhinella spinulosa y Telmatobius cf. jelskii; y 2 especies de reptiles: Liolaemus complejo annectens y Tachymenis peruviana. De los cuales 4 especies (3 anfibios y 1 reptil) no fueron registradas en estudios anteriores.

Los anfibios presentaron una mayor riqueza de especies con respecto a los reptiles; sin embargo, la lagartija Liolaemus complejo annectens fue la especie con mayores valores de abundancia durante la evaluación.

Los renacuajos de las diferentes especies de anfibios presentaron valores altos de abundancia debido a su tipo de desarrollo, distribuyéndose en los diferentes cuerpos de agua de los bofedales.



Ministerio

del Ambiente

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

Las características estructurales de los hábitats estarían influyendo de forma directa en la abundancia y diversidad de las especies de anfibios presentes, siendo el hábitat bofedal donde se presentaron los mayores valores. Asimismo, los hábitats roquedal y pajonal fueron utilizados principalmente por las lagartijas del complejo Liolaemus annectens.

En el área de evaluación, las zonas ubicadas en las microcuencas Huayllani (EF10) y Yahuarmayo (EF7 y EF8) obtuvieron la mayor riqueza y abundancia de especies de anfibios y reptiles, a diferencia de lo registrado en la microcuenca Chicorume-Pallani (EF12 y EF13).

De todas las especies registradas en la evaluación, el anfibio Telmatobius cf. jelskii, se encuentra categorizada como Vulnerable según la legislación nacional y Casi Amenazado por la IUCN. Cabe señalar, que esta especie presenta problemas taxonómicos que no permiten su correcta identificación, al igual que Liolaemus complejo annectens.

En el área de estudio la avifauna registrada es típica de los ecosistemas altoandinos del sur de Perú. Asimismo se registraron 41 especies pertenecientes a 21 familias y 13 órdenes. Los órdenes que presentaron mayor número de especies fueron los Passeriformes con 22 especies, seguido de Anseriformes con 4 especies. Las familias con mayor número de especies fueron Thraupidae (6 especies), Tyrannidae (6 especies), Furnaridae (5 especies) y Anatidae (4 especies). Siendo estos grupos taxonómicos los más representativos de los ecosistemas alto andinos del sur del Perú.

Las 41 especies de avifauna registradas son consideradas residentes que se reproducen dentro del territorio peruano, de las cuales 31 son de ambientes terrestres y 10 de ambientes acuáticos, además se encuentran dentro de su rango de distribución conocida.

Del total de especies de avifauna registradas, 31 especies no fueron registradas en estudios anteriores en el área de estudio.

Los hábitats evaluados presentan avifauna particular de cada hábitat. Las lagunas y los bofedales son importantes para las aves acuáticas registradas, en algunos casos para su reproducción. El bofedal y pajonal son los hábitats que comparten especies terrestres, siendo el bofedal un hábitat visitado por especies terrestres y acuáticas. El roquedal es el hábitat que registró la mayor riqueza de especies.

Las zonas de ecosistemas frágiles que presentaron mayor riqueza y abundancia de avifauna fueron EF3 (microcuenca Yahuarmayo) y EF1 (microcuenca Huayllani). Los mayores valores de los índices de diversidad se obtuvieron en EF1 (microcuenca Yahuarmayo) y EF12 (microcuenca Chicorume-Pallani), debido que estas zonas albergaban la mayor diversidad de hábitats y presentaron áreas rocosas con presencia de bromelias. Sin embargo, las zonas que presentaron menor riqueza, abundancia y diversidad fueron EF13 (microcuenca Chicorume-Pallani) y EF2 (microcuenca Huayllani).

La riqueza de especies de avifauna es muy significativa en el área de estudio, presentando 21 especies de interés para la conservación. De las cuales se registraron 7 especies CITES y 10 especies que son restringidas al bioma de los Andes Centrales.



Según la legislación nacional se registró 1 especie de avifauna En Peligro (EN), el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) y 2 especies Casi Amenazada (NT), la Gallareta Gigante (*Fulica Gigantea*) y Perdiz de la Puna (*Tinamotis pentlandii*). Además, por la IUCN, la Bandurria Andina (*Theristicus branickii*) es considerada Casi Amenazada.

Para los censos de mamíferos silvestres se realizó un esfuerzo de 07:48:00 horas/censo, con una cobertura de 4350 m, este esfuerzo permitió registrar cuatro especies de mamíferos silvestres.

Los mayores valores en términos de índice de ocurrencia e índice de abundancia de mamiferos, fue la vizcacha (*Lagidium viscacia*) con un valor acumulado de 23 y la vicuña (*Vicugna vicugna*) con un valor acumulado de 30.

Con la metodología de cámaras trampa se hallaron 79 registros independientes pertenecientes a cuatro especies que representan el 57,14 % de mamíferos grandes y medianos que habitan los diferentes hábitats del área de evaluación.

Con las metodologías de censos por transectos y cámaras trampa se logró el registro de seis especies de mamíferos silvestres confirmados y dos especies potenciales (registradas por encuesta) en el área de evaluación.

De acuerdo a la legislación nacional y al libro rojo de la fauna silvestre amenazada del Perú, 2 especies de mamíferos se encuentran comprendidas en alguna categoría de conservación, entre ellos el gato de los pajonales (*Leopardus colocolo*), comprendido en los Datos Insuficientes (DD) y la vicuña (*Vicugna* vicugna) comprendido en las especies Casi Amenazado (NT). En cuanto a la lista roja de especies amenazadas a nivel internacional se encontró que el gato de los pajonales (*Leopardus colocolo*) incluido en la categoría de Casi Amenazado (NT) y las 3 especies restantes se encuentran comprendidas en la categoría más baja que es de Preocupación Menor (LC).

En el área evaluada se registró 3 especie de mamíferos incluidas en el apéndice II de CITES, el gato de los pajonales (*Leopardus colocolo*), vicuña (*Vicugna* vicugna) y el zorro andino (*Lycalopex culpaeus*).

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

3. RECOMENDACIONES

- Aprobar el informe de la evaluación ambiental en el área de influencia del proyecto minero Utunsa de Anabi 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 Energía y Minas para los fines que se estimen convenientes.

Atentamente:



LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS

Ministerio del Ambiente

Subdirector de la Subdirección Técnica Científica Dirección de Evaluación Ambiental Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA Trohullos.

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

JOSÉ CARLOS FARFÁN MEZA

Especialista de Evaluaciones Ambientales Subdirección Técnica Científica Dirección de Evaluación Ambiental Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA ROSSAN LÓPEZ TARAZONA

Tercero Evaluador III
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

MIGUEL MARCELO TORRE

Tercero Evaluador III
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

CARLOS FIDENCIO LLANOS VÁSQUEZ

Tercero Evaluador III
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

VICTOR CHAMA MOSCOSO

Tercero Evaluador III
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

SEGUNDO ISRAEL CRESPO MORE

Tercero Evaluador III Subdirección Técnica Científica Dirección de Evaluación Ambiental Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA «Año del diálogo y la reconciliación nacional»

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»

MARIO ESCOBEDO TORRES Tercero Evaluador III

Subdirección Técnica Científica Dirección de Evaluación Ambiental

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

BRYANT O'NEL POMEZ QUIROZ

Tercero Evaluador IV

Subdirección Técnica Científica Dirección de Evaluación Ambiental Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

CARLOS ALBERTO SANTA CRUZ BECERRA Tercero Evaluador IV Subdirección Técnica Científica Dirección de Evaluación Ambiental Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

ALEX ADONIS CÁCERES MUÑA

Tercero Evaluador IV

Subdirección Técnica Científica Dirección de Evaluación Ambiental Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

ALFREDO LEONARDO GUZMÁN CALDAS

Tercero Evaluador IV Subdirección Técnica Científica Dirección de Evaluación Ambiental Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

2 8 SEP. 2018 Lima,

Visto el Informe N.° 299 -2018-OEFA/DEAM-STEC, 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





6.3.1	Guía utilizada para la evaluación	34
6.3.2	Ubicación de los puntos	36
6.3.3	Parámetros y métodos de análisis	40
6.3.4	Equipos y materiales utilizados	41
6.3.5	Criterios de comparación	41
6.3.6	Procesamiento de datos	42
6.4	Calidad de aire	48
6.4.1	Guías utilizadas para la evaluación	48
6.4.2	Ubicación de puntos	50
6.4.3	Parámetros y métodos de análisis	50
6.4.4	Equipos utilizados	50
6.4.5	Aseguramiento de la calidad	51
6.4.6	Criterios de comparación	51
6.5	Flora silvestre	51
6.5.1	Guías utilizadas para la evaluación	51
6.5.2	Ubicación de zonas evaluadas	52
6.5.3	Parámetros y métodos de análisis	59
6.5.4	Equipos y materiales utilizados	59
6.5.5	Procesamiento de datos.	59
6.6	Fauna silvestre	63
6.6.1	Guías utilizadas para la evaluación	63
6.6.2	Ubicación de puntos	64
6.6.3	Parámetros y métodos de análisis	77
6.6.4	Equipos utilizados	79
6.6.5	Procesamiento de datos	79
7.	RESULTADOS	86
7.1	Calidad de agua superficial, sedimentos y cominudades hidrobiológicas	86
7.1.1	Microcuenca Yahuarmayo	86
7.1.2	Microcuenca Chicorume – Pallani	153
7.1.3	Microcuenca Huayllani	205











ÍNDICE

	1.	INTRODUCCIÓN	1
	2.	ANTECEDENTES	2
	2.1	Recopilación, revisión y análisis de la información	2
	2.1.1	Instrumentos de gestión ambiental	2
	2.1.2	Reportes públicos	2
	2.2	Acciones realizadas en el marco de la función evaluadora del OEFA	3
	3.	OBJETIVOS	4
	3.1	Objetivo general	4
•	3.2	Objetivos específicos	4
•	4.	ÁREA DE ESTUDIO	4
	5.	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	5
	5.1	Actores involucrados	8
	6.	METODOLOGÍA	9
	6.1	Calidad de agua superficial	10
	6.1.1	Guía utilizada para la evaluación	10
	6.1.2	Ubicación de puntos	12
	6.1.3	Parámetros y métodos de análisis	16
	6.1.4	Equipos utilizados	17
	6.1.5	Aseguramientos de la calidad	18
	6.1.6	Criterios de comparación	18
	6.1.7	Procesamiento de datos	21
	6.2	Calidad de sedimentos	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	32
	6.2.4	Equipos utilizados	33
	6.2.5	Criterios de comparación	33
	6.3	Comunidades hidrobiológicas	34





1.2	Calidad de aire	.250
7.2.1	Análisis de parámetros meteorológicos	.250
7.2.2	Resultados comparados con los ECA aire-2001	.252
7.2.3	Comparación de los resultados con los ECA aire-2017	.253
7.3	Flora silvestre	.255
7.3.1	Composición florística	.255
7.3.2	Abundancia relativa y cobertura vegetal	.272
7.3.3	Análisis de diversidad	.283
7.3.4	Curvas de acumulación	.290
7.3.5	Conservación	.291
7.4	Fauna silvestre	.293
7.4.1	Anfibios y Reptiles	.293
7.4.2	Aves	.310
7.4.3	Mamíferos	.328
8.	DISCUSIÓN	.340
8.1	Agua superficial, sedimentos y comunidades hidrobiologicas	.340
8.1.1	Microcuenca Yahuarmayo	.340
8.1.2	Microcuenca Chicorume-Pallani	.355
8.1.3	Microcuenca Huayllani	.374
8.2	Calidad de aire	.386
8.3	Flora silvestre	.389
8.4	Fauna silvestre	.396
9.	CONCLUSIONES	.409
10.	RECOMENDACIÓN	.419
11.	ANEXOS	.420
12	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.420







INTRODUCCIÓN 1

Este informe corresponde a la Evaluación Ambiental Temprana (en adelante EAT), desarrollada por la Dirección de Evaluación Ambiental del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), en el área de influencia del proyecto minero Utunsa de la empresa ANABI S.A.C.

El proyecto minero Utunsa políticamente se encuentra ubicado en el distrito de Quiñota, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco, y en el distrito de Haquira, provincia de Cotabambas, departamento de Apurímac. Hidrográficamente se encuentra ubicado dentro del divortium aquarum¹ de las microcuencas Yahuarmayo, Chicorume-Pallani y Huayllani, que pertenecen a la subcuenca Santo Tomás y este forma parte de la Intercuenca Alto Apurímac identificado con código de unidad hidrográfica 4999² (código de la Autoridad Nacional del Agua - ANA).

Actualmente existe una problemática socioambiental en el área de influencia del proyecto minero Utunsa, generada por las presuntas malas prácticas ambientales operativas de este proyecto. Esta problemática ha sido expresada públicamente por la población, dirigentes y autoridades de los distritos de Quiñota y Haquira, quienes por ejemplo vienen denunciando la contaminación de las aguas de las quebradas Yahuarmayo, Huayllani y Collpa. Se sabe que actualmente el proyecto minero Utunsa se encuentra en la fase de construcción con fines de explotación, sin embargo, los actores sociales manifiestan que ya se estaría desarrollando actividades correspondientes a la fase de explotación, los cuales estarían generando impactos ambientales negativos. En ese sentido, el OEFA ha previsto actuar preventivamente a través de una EAT, antes de que el proyecto minero Utunsa empiece con la etapa de explotación, con el fin de conocer el estado actual de los componentes ambientales e identificar los factores externos que podrían estar influenciándolos. Esta información constituirá una fuente completa y confiable para las posteriores acciones de supervisión y fiscalización ambiental a cargo del OEFA, así como para los fines pertinentes que de las distintas instituciones públicas del Estado y de las entidades sociales involucradas con este proyecto minero.

La EAT contempló la realización de los monitoreos ambientales en dos épocas, húmeda y seca. Del 9 al 26 de agosto de 2017 (época de seca) se ejecutó los monitoreos de los componentes ambientales agua superficial, comunidades hidrobiológicas y aire; del 5 al 14 de marzo de 2018 (época húmeda) se ejecutó el monitoreo de los componentes ambientales agua superficial, comunidades hidrobiológicas y sedimentos. Además, del 19 de marzo al 2 de abril de 2018, se ejecutó la evaluación de flora y fauna silvestre.

Los resultados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) aprobados en el último instrumento de gestión ambiental (IGA) del proyecto minero Utunsa, que en este caso corresponde al primer Informe Técnico Sustentatorio (en adelante ITS) para el redimensionamiento de componentes del proyecto Utunsa aprobado mediante Resolución Directoral N.º 024-2017-SENACE-DCA. En los casos

1

Divortium aquarum o divisoria de aguas es una línea imaginaria que traza la separación entre 2 vertientes o cuencas fluviales limítrofes.

Clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales, aprobado mendiante Resolucion Jefatural N.º 056-2018-ANA.



donde no se cuenta con estándares nacionales, se utilizó referencialmente normativa internacional, actualmente vigentes.

El desarrollo de la EAT, implicó una serie de actividades que involucraron la participación de la sociedad civil, autoridades locales, agrupaciones sociales, instituciones del Estado, asi como los representantes de la empresa minera ANABI S.A.C, entre otros más.

Finalmente, es importante destacar que el desarrollo de esta EAT se realizó dando cumplimiento a la función evaluadora del OEFA establecida en el artículo 11° de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (Sinefa) y en el marco del Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental (Planefa) del 20173 y del 20184.

2. **ANTECEDENTES**

Recopilación, revisión y análisis de la información

Ministerio

del Ambiente

Instrumentos de gestión ambiental

Se realizó la revisión de los instrumentos de gestión ambiental (IGA) asociados al proyecto minero Utunsa, los cuales se detallan brevemente en el Anexo 2.

La empresa minera ANABI S.A.C., para obtener aprobación del proyecto minero Utunsa presentó un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), el cual fue aprobado mediante Resolución Directoral N° 344-2012-MEM/AAM, el 24 de octubre de 2012. por el Ministerio de Energía y Minas (Minem).

Posteriores estudios, modificatorias y absoluciones de observaciones fueron dadas hasta el año 2017. El 1 de febrero de 2017, el Servicio Nacional de Certificaciones Ambientales (SENACE), aprobó mediante Resolución Directoral N.º 024-2017-Primer SENACE/DCA, el Informe Técnico Sustentatorio Redimensionamiento del Proyecto Minero Utunsa.

2.1.2 Reportes públicos

El 21 de febrero del 2017, se desarrolló una reunión de la mesa técnica en la municipalidad distrital de Quiñota (Taller Informativo) y acuerdan la realización de una EAT, por parte del OEFA, en el área de influencia del proyecto minero Utunsa.

Del 21 al 23 de marzo de 2017, la Dirección de Supervisión del OEFA realizó acciones de supervisión regular a las actividades del proyecto minero Utunsa, encontrando que algunos componentes mineros (Planta Merrill Crowe, poza de solución rica, poza de solución intermedia, pozas de mayores eventos, planta de destrucción de cianuro, casa fuerza y subestación eléctrica) se localizaban fuera de la ubicación aprobada en su ITS, del cual, el 5 de mayo de 2017 se emitió el Informe N.º 424-2017-OEFA/DS-MIN.

Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental, aprobado el 30 de enero de 2017, mediante Resolución de Consejo Directivo N.º 004-2017-OEFA/CD.

Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental, aprobado el 22 de diciembre de 2017 mediante Resolución de Consejo Directivo N.º 037-2017-OEFA/CD.

Mediante Resolución Directoral N.º 035-2017-OEFA/DS del 11 de mayo de 2017, la Dirección de Supervisión del OEFA ordenó como medida preventiva a ANABI S.A.C., la paralización inmediata de las actividades de construcción y operación de los componentes mencionados en el párrafo anterior.

Mediante Oficio N.º 186-2017-MDH/SG/A, del 15 de mayo de 2017, el alcalde distrital de la municipalidad de Haquira solicitó la intervención del OEFA, a través de una EAT en el distrito de Haquira, provincia de Cotabambas, departamento de Apurímac.

Por medio de un acta de reunión informativa desarrollado el 20 de mayo del 2017 en la plaza de armás del distrito de Haguira (provincia de Cotabambas), la sociedad civil y autoridades locales de Haquira se comprometieron en participar en la EAT que programe el OEFA, en cumplimiento de sus funciones.

El 25 de julio de 2017 mediante Resolución Directoral N.º 026-2017-OEFA/TFA-SMEPIM, se confirma la Resolución Directoral N.º 035-2017-OEFA/DS, la misma que ordeno las siguientes medidas administrativas:

- Paralización inmediata de las actividades de construcción y operación que se estén realizando en los siguientes componentes: Planta Merril Crowe, poza de solución rica, poza de solución intermedia, poza de mayores eventos, plan de destrucción de cianuro, casa de fuerza y subestación eléctrica.
- Informar a la autoridad competente las actividades de cierre y remediación de los componentes señalados previamente a fin de corregir la perturbación de las áreas utilizadas afectadas, en un plazo no mayor a 30 días calendario, contados a partir del día siguiente de la notificación de la mencionada resolución directoral.

2.2 Acciones realizadas en el marco de la función evaluadora del OEFA

Como parte de las actividades previas a la EAT en el área de influencia del proyecto minero Utunsa, los especialistas de la Dirección de Evaluación Ambiental del OEFA realizaron del 24 al 30 de junio de 2017, la visita de reconocimiento junto con las tres primeras etapas del Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental, como son: coordinación con los actores involucrados, convocatoria e inscripción para el programa de inducción.

Las etapas de inducción y presentación de la propuesta de la EAT del proyecto minero Utunsa se desarrollaron en las comunidades de Pumallacta, Huanca Umuyto, Ccollana, Hatun Rumiyoc y en los distritos Quiñota y Haquira del 18 al 25 de julio de 2017.

Del 9 al 26 de agosto de 2017 se ejecutó el monitoreo en época seca, que comprendió la evaluación de los siguientes componentes ambientales: agua superficial (40 puntos), comunidades hidrobiológicas (24 puntos) y aire (4 puntos). De los cuales emitió el Informe N.º 088-2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA.

Es importante mencionar que en agosto de 2017, cuando se desarrolló la ejecución de la EAT, las actividades del proyecto minero Utunsa se encontraban paralizadas debido al bloqueo de los accesos al proyecto causado por los comuneros de los distritos Quiñota y Haguira, asi como por la medida preventiva emitida por el OEFA el 11 de mayo de 2017 (Resolución Directoral N.º 035-2017-OEFA/DS), al haberse



JAMENSMAP I



Ministerio

del Ambiente

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

detectado que la construcción de los componentes mineros del proyecto difirieron en su ubicación aprobada en el primer ITS.

Del 5 al 14 de marzo de 2018 se ejecutó el monitoreo en época húmeda, que comprendió la evaluación de los siguientes componentes ambientales: agua superficial (55 puntos), comunidades hidrobiológicas (44 puntos), sedimentos (23), flora (13) y fauna (12). Asimismo, se incluyó la evaluación de metales pesados y mercurio en tejidos de peces (2 puntos).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto minero Utunsa, durante el 2017 y 2018.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la calidad de agua superficial, sedimentos y las comunidades hidrobiologicas de las microcuencas Yahuarmayo, Chicorume-Pallani y Huayllani.
- Evaluar la calidad ambiental del aire en la zona de la laguna Pistoro, cerro Utunsa y, los poblados de Piscocalla y Hatun Rumiyoc.
- Evaluar la flora silvestre en ecosistemas frágiles (bofedales y lagunas) y formaciones vegetales asociadas.
- Evaluar la fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en los ecosistemas frágiles (bofedales y lagunas) y hábitats asociados.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto minero Utunsa geográficamente se encuentra ubicado en la zona sur del Perú en la vertiente oriental de la cordillera, en la cima de los cerros Utunsa y Umasa. Políticamente, se ubica en la región sierra, dentro de los altiplanos de los departamentos Cusco y Apurímac. El lado noroeste del proyecto pertenece al distrito de Haquira, provincia de Cotabambas, departamento de Apurímac, y el lado sureste pertenece al distrito de Quiñota, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco.

El área de estudio de la EAT hidrográficamente se enmarcó en las microcuencas Yahuarmayo, Huayllani y Chicorume – Pallani. La microcuenca Yahuarmayo involucra como cuerpos de agua principales a la quebrada Yahuarmayo y a la laguna Pistoro, la microcuenca Huayllani involucra a las quebradas Huayllani y Surimana, y la microcuenca Chicorume—Pallani involucran a la laguna Angascocha y a las quebradas Chicorume, Pallani, Umasa, Collpa, Ocolloclla y Pallalla Punco. Figura 4-1.

Así también es importante mencionar que las comunidades campesinas (C.C.) que formaron parte de esta EAT fueron:

 La C.C. de Pumallacta y la C.C. Ccollana ubicadas en el distrito de Quiñota, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco.



1 H 1 9 B COSTAP

La C.C. de Piscocalla, C.C. Huanca Umuyto y la C.C. Hatun Rumiyoc que se encuentran dentro del distrito de Haquira, provincia de Cotabambas, departamento de Apurímac.

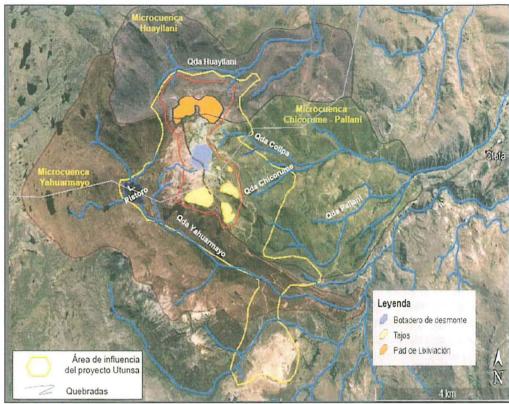


Figura 4-1. Mapa de área de estudios de la EAT en el área de influencia de proyecto minero Utunsa

5. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Para el OEFA, la participación de la ciudadanía en el proceso de la fiscalización ambiental es de vital importancia. En consecuencia, la Dirección de Evaluación Ambiental del OEFA, vió conveniente desarrollar la Evaluación Ambiental Temprana (en adelante EAT) en el área de influencia del proyecto minero Utunsa con participación cuidadana que se basó en el Reglamento de Participación Ciudadana en las Acciones de Monitoreo Ambiental (en adelante Reglamento), aprobado en el 2014⁵ y modificado en el 2016⁶, donde se establece siete etapas, por el cual se regula la participación ciudadana en las actividades realizadas por el OEFA.

Las etapas del Reglamento son las siguientes:

- Etapa 1: Coordinación previa con los actores involucrados.
- Etapa 2: Convocatoria.
- Etapa 3: Inscripción en los programás de inducción.
- Etapa 4: Realización de la inducción.
- Etapa 5: Taller para la presentación de la propuesta del Plan de monitoreo ambiental participativo.



Resolución de Consejo Directivo N.º 032-2014-OEFA-CD.

Resolución de Consejo Directivo N. º 003-2016-OEFA-CD.

Etapa 6: Ejecución del monitoreo ambiental participativo.

Ministerio

del Ambiente

Etapa 7: Taller para la presentación de los resultados del monitoreo ambiental participativo.

El desarrollo de cada una de las etapas precisadas anteriormente incluyendo la visita de reconocimiento, se detalla a continuación:

Visita de reconocimiento

La visita de reconocimiento se realizó del 24 al 30 de junio de 2017, su objetivo fue establecer un primer contacto con las poblaciones y autoridades de la zona a evaluar, identificar la situación social y ambiental, conocer su percepción respecto a la realización de la EAT, y reconocer técnica y logísticamente el área de evaluación.

Como resultado de esta visita, se definió el área de estudio, se identificaron los componentes ambientales a ser evaluados, se determinó la red de puntos de muestreo, los parámetros a evaluar y el tiempo requerido para la evaluación.

Las actas y registro fotográfico se encuentran en el Anexo 1.

Etapas 1, 2 y 3: Coordinación previa con los actores involucrados, convocatoria e inscripción a los programás de inducción

Las etapas 1, 2 y 3 fueron desarrolladas del 24 al 30 de junio del 2017, período durante el cual se realizaron reuniones de coordinación previa en municipalidades de los distritos de Haguira y Quiñota, asimismo se coordinó la difusión de la invitación a los talleres de inducción a través de dos medios radiales locales radio Imperio Solar y Doble A.

La información brindada a todos los actores sociales fue basada en todos los aspectos de la realización de la EAT en el área de influencia del proyecto minero Utunsa, es decir en territorio correspondiente a los distritos de Haquira en la provincia de Cotabambas, departamento de Apurímac, y el distrito de Quiñota, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco. Además, se concretaron las fechas y lugares de la convocatoria para la realización de las etapas de realización de la inducción y el taller para la presentación de la propuesta de plan de monitoreo ambiental participativo en la EAT. Las actas generadas, lista de participantes y registro fotográfico de estas etapas se encuentran registradas en el Anexo 1.

Los participantes de la etapa de coordinación previa se muestran en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1. Actores sociales que participaron en la etapa de coordinación de la EAT

Organización Civil	Nombre	Cargo
Municipalidad distrital de Haquira	Isaac Anaya Cruz	Alcalde
Comunidad campesina de Huanca Umuyto	José Manuel Mallco	Presidente
Comunidad campesina de Piscocalla	Américo Huamaní Huayhua	Representante
Frente único de defensa de los intereses de Haquira (FUDIH)	Dante Hualhua Álvarez	Presidente
Juzgado de Paz de Haquira	Sonia Arredondo Silvia	Representante
Comunidad campesina de San José	Ubaldo Huamaní Alejo	Representante
Municipalidad distrital de Quiñota	Calisto Ccahuana Chahua	Alcalde
Comunidad campesina de Pumallacta	Isabel Mesa Ccahua	Teniente gobernador









La convocatoria fue realizada mediante comunicaciones formales y emisión radial, convocándose a los principales actores sociales involucrados en el desarrollo de la EAT, tales como instituciones del estado, comunidades campesinas (C.C.), centros educativos y pobladores de los distritos involucrados.

Las listas de inscripción para participar en las posteriores tapas fueron entregadas a los representantes de la C.C. de Pumallacta, C.C. Ccollana, Piscocalla, Huanca Umuyto y Hatun Rumiyoc; así también se dejaron listas de inscripción en las municipalidades de los distritos de Quiñota y Haguira.

Finalmente, se realizó el reconocimiento de los puntos de muestreo propuestos, con el fin de evaluar los accesos al punto, la viabilidad de su evaluación ambiental y consideraciones logísticas.

Etapas 4 y 5: Realización de la inducción y taller para la presentación de la propuesta del plan de monitoreo ambiental participativo en la EAT

Las etapas 4 y 5 se realizaron del 18 al 25 de julio del 2017, en cuatro comunidades campesinas Ccollana, Hatun Rumiyoc, Huanca Umuyto y Pumallacta, así también se desarrollaron en las municipalidades de los distritos Haquira (Apurímac) y Quiñota (Cusco); durante dicho período también se reconocieron puntos de muestreo en el área de estudio.

En el taller de inducción se informó sobre las competencias del OEFA relacionadas a la 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, los lineamientos y procedimientos para la toma de muestras. Al finalizar el taller, el OEFA se comprometió a entregar un certificado de participación a los asistentes que se inscribieron y participaron en la inducción.

En el taller para la presentación de la propuesta del plan, se presentó la propuesta de la EAT, se explicó los objetivos, las acciones que se realizarían en campo, los criterios para la determinación de los puntos de muestreo, la metodología para la recolección de muestras y mediciones en campo, la metodología para la evaluación de los resultados y los alcances de la participación ciudadana durante la EAT.

Los acuerdos tomados en el taller estuvieron relacionados principalmente con las fechas de ejecución de la EAT y los participantes que acompañarían al OEFA durante la ejecución. Asimismo, se validaron los puntos de muestreo e incluyeron algunos puntos de monitoreo propuestos por las comunidades campesinas. En el Anexo 1, se presentan las actas y listas de participantes presentes en estas etapas.

Etapa 6: Ejecución de la EAT

Del 9 al 26 de agosto del 2017 se desarrolló el muestreo en época seca. Las actividades incluyeron la toma de muestras de los componentes ambientales agua superficial, comunidades hidrobiológicas, ruido ambiental y aire. Así también, teniendo en cuenta los puntos de muestreo previamente, se incluyó el muestreo de peces para el análisis de metales incluido el mercurio.

Del 5 al 14 de marzo del 2018 se desarrolló el muestreo en época húmeda. Las actividades incluyeron la toma de muestras de los componentes ambientales agua, sedimentos y comunidades hidrobiológicas. Así también, teniendo en cuenta los



1









puntos de muestreo previamente, se incluyó el muestreo de peces para el análisis de metales incluido el mercurio.

Del 19 de marzo al 2 de abril de 2018 se desarrolló el muestreo de flora y fauna silvestre en los bofedales que rodean al proyecto minero.

Las personas que acompañaron durante la ejecución de la EAT fueron seleccionadas en la etapa de inducción y su participación fue de bastante ayuda en el proceso. Las actas generadas, listado de participantes y registro fotográfico se encuentran en el Anexo 1. En la Tabla 5-2 se muestra la cantidad de personas asistentes según las etapas del monitoreo ambiental participativo.

Tabla 5-2. Participación ciudadana en las etapas de la ejecución de la EAT en el área de

influencia del provecto minero Utunsa

Ministerio

del Ambiente

Etapa	Fecha	Participantes hombre	Participantes mujeres	Total
Etapa preliminar Visita de reconocimientoª	ē.			
Etapa 1 Coordinación previa con los actores involucrados	Del 24 al 30 de junio de 2017	42	5	47
Etapa 2 Convocatoria ^b	, juino de 2017 .			
Etapa 3 Inscripción en los programás de inducción				
Etapa 4 Realización de la inducción	40 al 05 da iulia			-
Etapa 5 Taller para la presentación de la propuesta de plan	18 al 25 de julio del 2017	193	43	236
Etapa 6	9 al 26 de agosto del 2017	6	2	8
Ejecución del monitoreo	5 al 14 de marzo del 2018	r .		
Etapa 7 Taller para la presentación de resultados ^c				

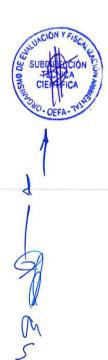
⁻⁻⁻ No se cuenta con registro.

Actores involucrados 5.1

Los actores involucrados en el desarrollo de la EAT pertenecen a las instituciones detalladas en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3. Instituciones involucradas en el desarrollo de la EAT

Institución	Distrito	Provincia	Departamento
Empresa minera ANABI S.A.C.			
Municipalidad provincial de Chumbivilcas	palidad distrital de Quiñota		Cusco
Municipalidad distrital de Quiñota		- Quiñota Chumbivilcas	
Comunidad campesina de Pumallacta	Quinota		
Comunidad campesina de Qello Qasa			







a. Esta etapa no está considerada en el reglamento de Participación Ciudadana, pero es necesaria para el reconocimiento técnico del área de estudio.

b. La convocatoria se realizó mediante los medios radiales locales radio Imperio Solar y Doble A.

c. Actividad pendiente hasta la emisión del informe final.

Institución	Distrito	Provincia	Departamento		
Comunidad campesina de Ccollana					
Autoridad Local del Agua (ALA) - Cusco					
Oficina desconcentrada (OD) del OEFA en Apurímac					
Gobierno Regional de Apurímac					
Municipalidad provincial de Cotabambas					
Municipalidad distrital de Haquira		Provincia			
Comunidad campesina de Hatun Rumiyoc					
Comunidad campesina de Huanca Umuyto	1		Apurímac		
Comunidad campesina de Piscocalla		Cotabambas			
Comunidad campesina Pampa San José	Haquira	Cotabambas			
Comunidad campesina Huancascca					
Junta vecinal de criadores de truchas de Piscocalla	30.				
Frente Unico de Defensa de los Intereses deL Distrito de Haquira (FUDIH)					
Autoridad Local del Agua (ALA) - Apurímac					

6. **METODOLOGÍA**

En esta sección se proporciona la información de la metodología aplicada en la evaluación ambiental en el área de influencia del PM Utunsa. La estructura del presente ítem está dividida para cada una de las matrices ambientales evaluadas. Asimismo, cabe enfatizar que, la toma de muestras se realizó en agosto de 2017 (época seca) y marzo de 2018 (época húmeda). Los componentes evaluados en cada periodo se presentan en la Tabla 6-1.

Tabla 6-1. Componentes evaluados en cada año de intervención

Componente ambiental		Durante 2017	Durante 2018		
Compoi	nente ambientai	Cantidad de puntos de muestreo			
Agu	a superficial	40	54		
S	edimento		23		
	Fitoplancton	5	6		
	Zooplancton	, 5	6		
Comunidades Hidrobiología	Macroinvertebrados bentónicos	24	43		
	Perifiton	24	43		
	Necton (peces)	4	2		
	Metales en tejido de peces	4	2		
Aire Flora Fauna		4			
			12*		
			12*		

^{*:} Zonas de evaluación



⁻⁻⁻ No se cuenta con registro.





Calidad de agua superficial

A continuación, se proporciona la información concerniente a la metodología utilizada para la evaluación de la calidad de agua superficial, como la quía utilizada para la evaluación, ubicación de los puntos, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados, aseguramiento de la calidad, criterios de comparación y procesamiento de datos.

6.1.1 Guía utilizada para la evaluación

La metodología aplicada para el muestreo de agua superficial en el 2017 y 2018 corresponde al Capítulo 6 «Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales» del «Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales» (en adelante, Protocolo), aprobado mediante Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA7. En el mencionado capítulo se establece los criterios técnicos y lineamientos generales a aplicarse en las actividades de muestreo de la calidad del agua, así como la logística mínima necesaria, la determinación de los puntos de muestreo, la preparación de materiales, los equipos e indumentaria de protección, la seguridad en el trabajo de campo, el procedimiento para la toma de muestras, su preservación, el llenado de cadena de custodia, su almacenamiento y conservación, así como el aseguramiento de la calidad y seguridad del desarrollo del monitoreo; y finalmente el transporte de muestras al laboratorio acreditado ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal).

Las muestras de agua fueron de tipo simple⁸ y a nivel superficial. El procedimiento para la toma de muestra tuvo las siguientes consideraciones:

- La medición de los parámetros de campo (pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura), en los casos de puntos accesibles y de bajo caudal, se tomaron directamente en el cuerpo de agua; en el caso contrario, se utilizó un envase limpio para la recolección del agua y la posterior medición de parámetros. En ambos casos, las mediciones se realizaron con el equipo multiparámetro marca Hach - modelo HQ40d.
- Para la toma de muestras de parámetros inorgánicos se utilizaron frascos de plástico, los cuales antes de la toma de muestra se enjuagaron de dos a tres veces con el agua a ser colectada y luego se sumergió en contra de la corriente, a 20 cm de profundidad aproximada con respecto de la superficie teniendo en cuenta la no remoción de los sedimentos. Luego de concluida la toma de muestras las mismas se preservaron, siguiendo las recomendaciones del laboratorio acreditado, para luego ser conservadas en posición vertical y con ice-packs (hielo gel), para ser transportadas al laboratorio para su respectivo análisis, junto con las cadenas de custodia.

Para de medir, registrar, calcular y analizar los caudales (volumen de agua por unidad de tiempo que pasa por una sección transversal de un curso de agua) se utilizaron dos métodos descritos en el Protocolo.

JO CH X Y

Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Aprobada el 11 de enero de 2016.

También denominada muestras puntuales o discretas. Este tipo de muestras consiste en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Representan las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizó su recolección



Método del correntómetro

Con el correntómetro se midió la velocidad en un punto dado de la masa de agua por área determinada. El caudal del agua se determina con la siguiente ecuación:

$$Q = Suma (A_x * V_{media.x})$$
(6.1)

Donde:

 $V_{\text{media},x}$: Velocidad media del flujo en el segmento x. Ax: Área de la sección del segmento x calculada con la siguiente ecuación:

$$A_x = b_x^* h_x \tag{6.2}$$

Donde:

 b_x : Ancho del segmento x entre los puntos distanciados regularmente. h_x : Altura del segmento x (distancia del espejo del agua al fondo del cauce en el eje central del segmento).

Para obtener la velocidad media V_{media,x} del segmento X se midió la velocidad a diversas profundidades a lo largo de una vertical o tirante del agua y a partir de la superficie del agua la cual está en función de la altura del tirante del agua. Tal como se detalla en la Tabla 6-2.

Tabla 6-2. Profundidades de medición de la velocidad (Según R.J. N°010-2016-ANA)

"我们是我们是我们的,我们们是我们的,我们们是		
h/2		
0,6h		
0,2h y 0,8h		
0,2h; 0,6h y 0,8h		

(h) Altura del tirante del agua

Nota: el tirante de agua en los cauces evaluados no superaron los 45 cm

Método volumétrico

Se utilizo para medir pequeños caudales. El caudal se estimó mediante la siguiente ecuación:

$$Q(L/S) = \frac{V}{T} \tag{6.3}$$

Donde:

Q: Caudal V: Volumen (L) T: Tiempo (s)

Nota: para calcular el tiempo de llenado del volumen del recipiente (volumen conocido) se calcula el promedio de los tiempos medidos en no menos a tres mediciones.







6.1.2 Ubicación de puntos

Los puntos de monitoreo se establecieron de acuerdo los siguientes criterios:

- Red de monitoreo ambiental contemplado en el primer ITS del proyecto minero Utunsa.
- Ubicación de cuerpos receptores en el área de estudio.
- Cercanía a posibles fuentes de contaminación.
- Cercanía a centros poblados, caseríos, comunidades que pudieran estar afectados por la actividad minera.
- Presencia de bofedales en la zona.

Ministerio

del Ambiente

La ubicación y descripción de los puntos de muestreo para calidad del agua superficial se presentan en la Tabla 6-3. El mapa con la distribución de los puntos de muestreo se presenta en el Anexo 3.

Tabla 6-3. Puntos de muestreo para calidad del agua superficial en el área de influencia del PM Utunsa

VI -	Puntos de	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud	Descripción	Año de ejecución	
	muestreo	Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m.)		2017	2018
			Mic	rocuenca Yahu	amayo		
1	LPist1	790534	8403134	4435	Laguna Pistoro a 5 m de su descarga o salida (inicio de la quebrada	х	Х
2	LPist2	790097	8403308	4435	Yahuarmayo). Laguna Pistoro lado oeste, en la margen derecha de la descarga de la quebrada sin nombre.	х	Х
3	LPist3	790396	8403632	4441	Laguna Pistoro, en la margen izquierda de la desembocadura de la quebrada Pocaloma Huaycco.	х	Х
4	LPist4	790139	8403614	4429	Laguna Pistoro, en la margen izquierda de la desembocadura de la quebrada Pacchataccona.	х	х
5	QSNPist1	790354	8403683	4442	Quebrada Pocaloma Huaycco, a 90 m antes de desembocar en la laguna Pistoro.	х	Х
6	QSNPist2	790055	8403300	4475	Quebrada sin nombre, afluente por el lado oeste de la laguna Pistoro.		Х
7	QSNPist3	790194	8403774	4439	Quebrada Pacchataccona, a 185 m antes de desembocar en la laguna Pistoro.	х	Х
8	QLoca1	791681	8403950	4650	Quebrada Local, aguas arriba del punto de salida		Х











N.°	Puntos de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	Año de ejecución	
	muestreo	Este (m)	Norte (m)	(111 5.11.111.)	100	2017	2018
			(III)		de la poza de sedimentación.		
9	QLoca2	791361	8403955	4586	Quebrada Local, aguas abajo del punto de salida de la poza de sedimentación proyectada.	х	Х
10	QLoca3	790923	8403400	4482	Quebrada Local, afluente de la laguna Pistoro (lado este) y también afluente de la quebrada Yahuarmayo.	Х	X
11	QQello1	791181	8403586	4534	Quebrada Qellohuaycco, antes de la confuencia con la quebrada Local.		Х
12	QYahu1A	791094	8402777	4361	Quebrada Yahuarmayo, en la intersección de la quebrada Local con el agua que descarga la Laguna Pistoro.		Х
13	QYahu1- AB	792553	8401938	4299	Bofedal en la zona de la quebrada Yahuarmayo (antes del punto de agua superficial «QYahu1».		Х
14	QSNYahu 1	792620	8401646	4309	Quebrada sin nombre, afluente por el lado sur de la quebrada Yahuarmayo.		Х
15	QYahu1	792922	8401854	4301	Quebrada Yahuarmayo, aguas arriba del punto de la salida de la poza de sedimentación.	Х	Х
16	QYahu2	793320	8401702	4290	Quebrada Yahuarmayo, aguas abajo del punto de la salida de la poza de sedimentación.	х	Х
17	QYahu3- AB	794154	8401598	4283	Bofedal en la zona de la quebrada Yahuarmayo (antes del punto de agua superficial «QYahu3»).		Х
18	QYahu3	794597	8401333	4265	Quebrada Yahuarmayo, antes de la captación para el canal de riego.	Х	Х
19	QSN1	795654	8401611	4303	Quebrada Qellocasa, debajo de la futura cantera 1 y aguas arriba de la vía de acceso al proyecto Anabí.	х	х
20	LPucc1	793618	8402067	4365	Laguna Puccacocha.	Х	Χ
			М	icrocuenca Hua			
21	QHuay1	790934	8405952	4494	Quebrada Huayllani, inicio de la quebrada.	Х	Х
22	QHuay2	792571	8406357	4403	Quebrada Huayllani, aguas abajo del punto de la salida de la poza de sedimentación.	Х	Х











Ministerio del Ambiente

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

N.°	Puntos de	WGS 84	adas UTM 4 – Zona 3L	Altitud	Descripción	THE RESERVE TO SHARE	o de ución
	muestreo	Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m.)		2017	2018
23	QHuay2A	793420	8406382	4373	Quebrada Huayllani, aguas abajo de la poza de cianuración.	х	X
24	QHuay2- AB	793808	8406585	4343	Bofedal en la zona de la quebrada Huayllani (después del punto de agua superficial «QHuay2A»).		х
25	QSNHuay 1	791255	8406491	4491	Quebrada sin nombre, a 250 m antes de la confluencia con la quebrada Huayllani.	Х	х
26	QSNHuay 2	793108	8406071	4411	Quebrada Huiscachan Huayco, a 100 m aguas abajo de la poza de cianuración y antes de la confluencia con la quebrada Huayllani.	x	X
27	QSNHuay 1A	791388	8406243	4448	Quebrada sin nombre afluente de la quebrada Huayllani.		Х
28	QSuri1A	793194	8405482	4474	Quebrada Surimana (Colpapampa), después de la confluencia del aporte de la desviación de un manantial con la quebrada Huillanycasa.	×	х
29	QSuri1- AB	793723	8405755	4451	Bofedal en la zona de la quebrada Surimana (antes del punto de agua supeficial «QSuri1»).		х
30	QSuri1	794122	8406052	4430	Quebrada Surimana (Huillanycasa), aguas abajo del campamento del proyecto minero Utunsa.	x	х
31	QSuri2	795122	8406629	4167	Quebrada Surimana, altura de la comunidad de Minaspata (a 350 m al norte de la comunidad).	Х	х
			Microc	uenca Chicorur	ne - Pallani		
32	LAnga1	793223	8403236	4453	Ubicado en la recarga (entrada) de la laguna Angascocha.	х	Х
33	QAnga1	793304	8403171	4452	Ubicado en la desembocadura de la laguna Angascocha, e inicio de la quebrada Pallani.	x	х
34	QPall1	794658	8402783	4341	Quebraba Pallani, a 730 m antes de la confluencia con la quebrada Umasa.	X	х
35	QPall2	795331	8402383	4275	Quebrada Pallani, a 50 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Umasa.	х	х









N.°	Puntos de	WGS 84	denadas UTM S 84 – Zona 18L Altitud (m s.n.m.)		Descripción	Año de ejecución	
	muestreo	Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m.)		2017	2018
36	QUmas1	794748	8402339	4324	Quebrada Umasa, a 530 m antes de la confluencia con la quebrada Pallani.	х	Х
37	QPPunc1	798937	8404285	3946	Quebrada Pullallapunco, después de la confluencia de la quebrada Pallallapampa con la quebrada Cchallahuilla.	х	Χ
38	QChic1	793592	8403487	4495	Manantial de la zona Pampamachay, aguas arriba (bofedal) de la quebrada Chicorume.	Х	X
39	QChic2	794031	8403532	4411	Quebrada Chicorume, aguas abajo de la salida de la poza de sedimentación.	Х	Х
40	QSNColl1	795523	8404244	4155	Quebrada Chicorume, a 20 m aguas arriba de la captación para la piscigranja de la comunidad de Piscocalla y a 280 m aproximadamente antes de la confluencia con la quebrada Collpa.	X	X
41	QUtun1	792862	8404607	4491	Quebrada Utunsa, a 220 m antes de la confluencia con la quebrada Collpa.	Х	Х
42	QSNColl1 A	793758	8404529	4392	Quebrada sin nombre, afluente al lado sur de la quebrada Collpa.		Х
43	QColl1	793041	8404785	4466	Quebrada Collpa, después de la confluencia de la quebrada Utunsa con la quebrada Parca Orjo.	Х	Х
44	QColl2	795571	8404360	4150	Quebrada Collpa, altura de la piscigranja de la comunidad de Piscocalla.	Х	Х
45	QPOrjo1	792635	8404815	4517	Quebrada Parca Orjo, antes de la confluencia con la quebrada Collpa.		Х
46	QOcol1	795370	8404600	4190	Quebrada Ocolloclla, a 200 m aproximadamente aguas arriba de la piscigranja de la comunidad de Piscocalla.	Х	Х
				Manantiales			
47	Bofe1	790115	8403681	4431	Bofedal ubicado en la parte norte de la laguna Pistoro.	Х	Х
48	M. Yanaocco	791339	8403945	4586	Manante cerca de la quebrada Local, a 25 m	Х	X



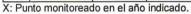


Ministerio

del Ambiente

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

N.°	Puntos de muestreo	18	4 – Zona	Altitud	Descripción	Año de ejecución	
	muestreo	Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m.)		2017	2018
					del punto de muestreo de agua superficial QLoca2.		
49	M. Qellohuay co	791151	8403566	4535	Manante cerca de la quebrada Local, a 400 m aguas abajo del punto de muestreo de agua superficial QLoca2.	х	X
50	M.Millopat a	791066	8403647	4534	Manante cerca de la quebrada Local, a 300 m aguas arriba del punto de muestreo de agua superficial QLoca3.	х	х
51	M.Ccomer pata	793750	8406110	4426	Manante ubicado en la zona de Ccomerpata, cerca de una hacienda.	Х	Х
52	M.Chicoru me	793508	8403556	4509	Manante ubicado en la zona de Chicorume, cerca de una hacienda.		Х
53	M.Surima na	793829	8405862	4445	Manante ubicado en la zona de Surimana cerca de una hacienda.		Х
54	Manan1	792853	8406154	4422	Manante ubicado en la zona de Huayllani cerca del pad de Lixiación.		Х



^{---:} Punto no monitoreado en el año indicado.

6.1.3 Parámetros y métodos de análisis

Durante el 2017 los análisis de las muestras fueron realizadas por los laboratorios Inspectorate Services Perú S.A.C., AGQ Perú S.A.C. y NSF Envirolab S.A.C. todos acreditados por Inacal de acuerdo con la Norma Técnico Peruana (NTP) - ISO/IEC 17025:2006. Los parámetros y métodos de ensayo para el análisis de agua son descritos en la Tabla 6-4.

Tabla 6-4 Parámetros y métodos de análisis para aqua superficial, durante 2017

abia	6-4. Parametros y m	etodos de analisis para agua su	perficial, durante 2017
N.°	Parámetro	Parámetro Método de ensayo de referencia	
1	Sólidos suspendidos totales		
2	Cloruros	EPA Método 325.3, revisado en marzo de 1983	
3	Sulfatos	EPA Método 375.4, revisado en marzo 1983	
4	Carbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF part. 4500-CO2, 22nd Ed. 2012.	
5	Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF parte 4500 CO2, 22nd Ed. 2012.	NSF Envirolab S.A.C
6	Mercurio total y disuelto	EPA Método 245.7 (validado), febrero 2005	
7	Metales totales y disueltos		
8	Cianuro Wad	SMEWW-APHA-AWWA parte 4500-CN I, 22nd Ed. 2012.	



N.° Parámetro 9 Cianuro Libre		Método de ensayo de referencia	Laboratorio de ensayo acreditado
		Analysis Chemistry-CN Revisión, junio 2008 (VALIDADO)	
10	Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA parte 4500-CN-C,F; 22nd Ed. 2012.	AGQ Perú S.A.C
11 Sólidos totales disueltos		SM 2540 C Ed. 22.	AGQ Peru S.A.C

Durante el 2018 los análisis fueron realizados por el laboratorio ALS LS Perú S.A.C. acreditados por Inacal de acuerdo con la Norma Técnico Peruana (NTP) - ISO/IEC 17025:2006. Los métodos de ensayo son descritos en la Tabla 6-5.

Tabla 6-5. Parámetros y métodos de análisis para aqua superficial, durante 2018

N.°	Parámetros	Método de análisis	Laboratorio
1	Alcalinidad (Alcalinidad total, carbonatos y bicarbonatos)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012	
2	Cianuro libre	EPA METHOD 9016, Rev. 0, 2010	
3	Cianuro total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN- C,E. 22nd Ed. 2012	
4	Cianuro Wad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN I,E, 22nd Ed. 2012	
5	Aniones por cromatografia (Cloruros y sulfatos)	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	
6	Cromo hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 22nd Ed. 2012	
7	Fósforo total	EPA METHOD 365.3, 1983	ALC Dan's C A C
8	Nitrógeno total	ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010	ALS Perú S.A.C.
9	Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	
10	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	
11	Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D, 22nd Ed. 2012	
12	Metales totales (incluido mercurio)	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	
13	Metales disueltos (incluido mercurio)	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	

6.1.4 Equipos utilizados

La medición de los parámetros de campo o in situ (temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad, ORP y caudal) se realizó con un equipo multiparámetro, el cual fue calibrado antes de iniciar el trabajo de campo y verificado antes de cada medición. Las hojas de registros de campo y las de verificación de equipos se encuentran en el Anexo 3 respectivamente.









Ministerio del Ambiente

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

Las especificaciones de los equipos utilizados en el monitoreo se presentan en la Tabla 6-6 y Tabla 6-7, además en el Anexo 3 se adjunta una copia del certificado de calibración de los equipos.

Tabla 6-6. Equipos empleados en el muestreo del agua superficial, durante 2017

Equipos	Marca	Modelo	Serie
Maritin aufmantas	HACH	HQ40d	150500000923
Multiparámetro	HACH	HQ400	150500000615
- / .	114011	Termómetro de	150500000923
Termómetro	HACH	indicación	150500000615
Sonda de pH	LIACII	PHC201	162562617038
	HACH	PHCZUT	162602617049
Sonda de	HACH	CDC401 -	151472587021
conductividad	ПАСП	CDC401	151472588019
Correntómetro	Global Water	FP111	1437004987
GPS	Garmin	Montana 680	4HU004985
Cámara digital	Canon	D30	62051001245
Correntómetro	GLOBAL WATER	FP311	1516001802

Tabla 6-7. Equipos empleados en el muestreo del agua superficial, durante 2018

Equipos	Marca	Modelo	Serie
Multiparámetro	HACH	HQ40d	131200098002 150500000922
Sonda de pH	HACH	PHC201	172632568002 172352567041
Sonda de conductividad	HACH	CDC401	172922588028 172902587011
Sonda de temperatura	HACH	PHC201	172632568002 172352567041
Sonda de oxígeno disuelto	HACH	LDO101	151422597011 151352598010
Sonda de ORP	HACH	MTC10105 MTC10101	113413021001 151133028001
Correntómetro	GLOBAL WATER	FP111	1345005956 1350006582
Turbidímetro	HACH	2100Q	17090C060940
Equipo de posicionamiento - GPS	Garmin	Montana 680	4HU005169 4HU021079
Cámara fotográfica digital	Canon	Powershot D30BL	92051001802 92051001603
Bomba de filtrado	FOLEE	H003-A	14060574273 14060574298

6.1.5 Aseguramientos de la calidad

De acuerdo con lo señalado en el inciso 6.17 del Protocolo se contempló la toma de un blanco de campo, un blanco viajero y duplicados. En cuanto al último tipo de control, se consideró la toma de un duplicado para metales totales por cada 10 muestras tomadas. En el caso del aseguramiento de la calidad del blanco campo y viajero se realizó únicamente para el parámetro de metales totales.

6.1.6 Criterios de comparación

En la evaluación de la calidad de agua superficial en el área de influencia de proyecto minero Utunsa se consideraron a las lagunas, Pistoro (incluyendo sus tributarios),







Puccacocha y Angascocha; además de las quebradas Yahuarmayo, Huayllani, Surimana, Collpa, Pallani y Chicorume con sus respectivos tributarios, según corresponda.

Los cuerpos de agua antes mencionados tributan a los ríos Pullalla Punco y Culluchaca, los cuales tributan al río Santo Tomás clasificado con la categoría 3 «Riego de vegetales y bebida de animales (en adelante, Cat.3)», subcategorías «Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto (en adelante, D1)» y «Bebida de animales (en adelante, D2)», de acuerdo a la «Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales» de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)⁹; por lo que estas quebradas se consideraron en esa categoría de acuerdo a la tercera disposición complementaria transitoria del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM que aprueba los ECA para agua¹⁰.

Asimismo, de acuerdo al primer ITS aprobado para el proyecto minero Utunsa, se consideró como normativa aplicable los ECA para agua Cat.3 aprobado mediante Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM. En ese sentido los resultados analíticos de todos los cuerpos de agua evaluados fueron comparados con los ECA para agua Cat.3 aprobados por el D.S. N.º 015-2015-MINAM. Adicionalmente, los resultados fueron comparados con la Cat.3 de los ECA para agua, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, estándar actualmente vigente.

En la Tabla 6-8, se presenta los valores de los ECA para agua para Cat.3 aprobados por Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM y Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, donde se observa que para los parámetros evaluados los valores establecidos son los mismos en ambas normativas. En ese sentido ya no fue necesario realizar la comparación con los ECA para agua actualmente vigente.

Tabla 6-8. Valores de los ECA para agua Cat.3

abia 0-0. Vai	ores de i	os ECA para a				
		por Decreto 9 015-2015	Supremo N.°	ECA para agua aprobados por Decreto Supremo N.º 004-2017- MINAM		
Parámetro	Unidad	Parámetros para riego de vegétales	Parámetros para bebidas de animales	THE RESIDENCE OF THE PARTY OF T	ego de etales	D2: Bebida de animales
		D1: Riego de cultivo de tallo alto y bajo	D2: Bebida de animales	Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
		Fí	sicos - químicos	S		
Aceites y grasas	mg/L	5	10	5		10
Alcalinidad total	mg/L					
Carbonatos	mg/L					
Bicarbonatos	mg/L	518		5	18	
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1	0	,1	0,1
Cianuro libre	mg/L			-		
Cianuro total	mg/L					
Cloruros	mg/L	500		500		
Conductividad eléctrica	(µS/cm)	2 500	5 000	2 500		5 000
Oxígeno Disuelto	mg/L	4	5	4		5

Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), que aprueba Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales de la Autoridad Nacional del Agua, Lima, 13 de febrero de 2018.
 Decreto Supremo N 004-2017-MINAM. Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. Lima, 7 de junio de 2017.

1

Ministerio

del Ambiente

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

i overledi o much jac	er esti	ECA para agua aprobados por Decreto Supremo N.° 015-2015-MINAM		ECA para agua aprobados por Decreto Supremo N.º 004-2017- MINAM				
Parámetro	Unidad	Parámetros para riego de vegétales	Parámetros para bebidas de animales	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales		
		D1: Riego de cultivo de tallo alto y bajo	D2: Bebida de animales	Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales		
(valor mínimo)								
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4	6,5	- 8,5	6,5 - 8,4		
Sulfatos	mg/L	1000	1000	10	000	1000		
Sólidos suspendidos totales	mg/L							
Sólidos totales disueltos	mg/L							
	THE PARTY.		Inorgánicos			OH STATE OF THE		
Aluminio	mg/L	5	5	!	5	5		
Arsénico	mg/L	0,1	0,2		,1	0,2		
Bario	mg/L	0,7			,7			
Berilio	mg/L	0,1	0,1	0	,1	0,1		
Boro	mg/L	1	5		1	5		
Cadmio	mg/L	0,01	0,05		01	0,05		
Cobre	mg/L	0,2	0,5		,2	0,5		
Cobalto	mg/L	0,05	1		05	1		
Cromo Total	mg/L	0,1	1		,1	1		
Hierro	mg/L	5			5			
Litio	mg/L	2,5	2,5		,5	2,5		
Magnesio	mg/L		250		-	250		
Manganeso	mg/L	0,2	0,2	0,2		0,2		
Mercurio	mg/L	0,001	0,01	0,001 0,2		0,01		
Níquel Plomo	mg/L	0,05	0,05		05	0,05		
Selenio	mg/L mg/L	0,05	0,05		02	0,05		
Zinc	mg/L	2	24			24		
			2 24 2					

^{-:} No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría.

Es importante mencionar que, el análisis de los resultados se realizó por microcuencas que rodean el área de influencia del proyecto minero Utunsa:

- a. Microcuenca Yahuarmayo
- b. Microcuenca Huayllani
- c. Microcuenca Chicorume Pallani

a. Microcuenca Yahuarmayo

La microcuenca Yahuarmayo se ubica hacia al lado suroeste del proyecto minero Utunsa, este sistema hídrico se encuentra conformado por la laguna Pistoro, ubicada en la cabecera de la microcuenca, que es alimentada por las escorrentías y pequeñas quebradas que discurren hacia la laguna. Desde el punto de descarga de la laguna Pistoro se da inicio a la quebrada Yahuarmayo, la cual en su recorrido es alimentada por otras quebradas menores o tributarios, como la quebrada Local que la tributa por la margen izquierda y otras no identificadas.









Todo este sistema hídrico toma el nombre de microcuenca Yahuarmayo. Por lo tanto, para la interpretación de los resultados se realizó la división de estos en dos zonas:

Zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha

Zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios

b. Microcuenca Chicorume - Pallani

La microcuenca Chicorume - Pallani se ubica hacia al lado noreste del proyecto minero Utunsa, este sistema hídrico se encuentra conformado por las quebradas principales: Pallani, Chicorume y Collpa (a las cuales confluyen pequeños tributarios y manantes). La unión de las quebradas Parca Orjo y Utunsa dan inicio a la quebrada Collpa. Además, las quebradas Chicorume y Ocolloclla son tributarios de la quebrada Collpa, la cual, aquas abajo tras unirse con otras quebradas forma la quebrada Pallalla Punco.

Por lo tanto, para la interpretación de los resultados de esta microcuenca se realizó la división en dos zonas:

Zona III: Laguna Angascocha y quebrada Angascocha-Pallani y sus tributarios.

Zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume.

c. Microcuenca Huayllani

La microcuenca Huayllani se ubica hacia el lado norte del proyecto minero Utunsa, este sistema hídrico se encuentra conformado por dos quebradas principales: Huayllani y Surimana (a las cuales tributan pequeñas quebradas). Por lo tanto, para la interpretación de los resultados se realizó la división en dos zonas:

Zona V: Quebrada Huayllani y tributarios

Zona VI: Quebrada Surimana

6.1.7 Procesamiento de datos

Todos los resultados obtenidos fueron digitalizados y ordenados en una base de datos (hojas de cálculo), para luego ser comparados, según los criterios de evaluación presentados en el punto anterior.

Para el análisis de los resultados se tuvo las siguientes consideraciones:

- Se realizó la comparación de los resultados obtenido por el OEFA con los resultados registrados en la línea de base ambiental. 11
- Asimismo, se comparó con los ECA para agua con la que fue aprobada su último IGA, que en este caso fue el primer ITS (ECA para agua categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, aprobado mediante D.S. N.º 015-2015-MINAM).

Línea base ambiental del Primer Informe Técnico Sustentatorio para la Redimensionamiento De componentes del proyecto de explotación Utunsa.



21



 Finalmente, los resultados obtenidos por el OEFA se compararon referencialmente con los ECA para agua actualmente vigente, ECA para agua categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, aprobado mediante D.S. N.º 004-2017-MINAM.

Para realizar la evaluación hidroquímica se tuvo en cuenta el error de balance iónico, diagramas de Piper, Stiff, Schöeller-Berkaloff y las relaciones iónicas o diagramas binarios. Se consideró el uso de gráficos bivariados y ternarios. Estos se realizaron utilizando el programa Diagrammes 6.51 (Roland SIMLER Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon).

a. Error de balance iónico (EBI)

El error balance iónico es la verificación de la suma de mili-equivalentes (meq) de aniones (Σ an) es aproximadamente igual a la suma de mili-equivalentes de cationes (Σ cat). Antes de realizar una evaluación hidroquímica se realiza este análisis, mediante el cálculo del EBI para verificar la consistencia de los mismos.

Dentro de los iones mayoritarios presentes en el agua, se han considerado los cationes Ca, Mg, Na y K para la Σcat; y los aniones HCO₃-, NO₃-, SO₄²⁻ y Cl- para el cálculo de Σan. Ambas concentraciones se expresan en miliequivalentes por litro (meq/L). De esa manera se establece el error de balance iónico de acuerdo con la siguiente ecuación (*Appelo et al.*, 2005).

Error de Balance Iónico (E.B.I.) =
$$100 \frac{\sum cat - \sum an}{\sum cat + \sum an} \%$$
 (6.1)

Donde:

 Σ an : Suma de mili-equivalentes de aniones Σ cat : Suma de mili-equivalentes de cationes

Aunque el EBI es un valor en porcentaje, la ecuación (6.1) incorpora un signo para mostrar la predominancia de cargas de cationes (signo positivo) o de aniones (signo negativo). Se considera aceptable un EBI entre -10 y +10 % para aguas dulces. Dicho rango de EBI fue considerado en todos los tipos de agua en los estudios realizados (Megersa, 2015). No obstante, un EBI del 2 % es inevitable en casi todos los laboratorios, por lo que se debe aceptar un error mayor; no obstante, si el EBI es mayor a 5 %, deberán revisarse los procedimientos, análisis y el muestreo¹³.

Algunas muestras presentan valores de EBI fuera del rango óptimo de \pm 10 %, con valores demasiado negativos (<< - 10 %). Esto se da en la mayoría de los casos en muestras ácidas con altas concentraciones de metales, resultando un EBI negativo si no se toma en cuenta sobre todo el aluminio (AI) y hierro (Fe).

La acidez y la asociada disolución de metales es normalmente causada por rápida e intensa oxidación de piritas (FeS₂) y otros sulfuros en los acuíferos, tras intrusión de oxidantes como oxigeno (O₂), y concomitante aumento del potencial redox en un ambiente previamente reductor de SO_4^{2-} (potencial redox Eh << 160 mV). Asimismo, dos errores importantes en el cálculo del balance de carga

¹² Información extraída de http://gidahatari.com/ih-es/factores-que-influencian-el-balance-ionico

SUBDITION OF A THE STATE OF THE

1 CV Y

4

El EBI de 5 % fue usado en los estudios de aguas subterráneas realizados por Shubrha Singh, 2015 y K. Srinivasamoorthy, 2014, entre otros.



aparecen para agua de bajo pH. Un error es por omisión de la concentración de H+ y el otro tiene que ver con omitir la especiación. 14

El EBI con valores positivos no son afectados por los metales en el balance iónico, siendo una de las causas más frecuentes de un EBI demasiado positivo es la subestimación de HCO₃-, o en algunos casos la no consideración de aniones durante los análisis, como los floruros, bromuros u otros.

Otra causa frecuente de un EBI fuera del rango óptimo de \pm 10 % son fortalezas iónicas bajas, debido a bajas concentraciones de analitos, cerca o bajo el límite de detección, donde se magnifican pequeños errores y así aumentan los errores porcentuales.

Antes de realizar la caracterización hidroquímica se evaluó el cálculo del error de balance iónico (EBI), luego la representación a través de los diagramas hidroquímicos y el análisis de las relaciones iónicas.

Para la evaluación del balance iónico de los cuerpos de agua superficial (ríos, quebradas, manantiales, bofedales y lagunas), se calcularon las concentraciones en meq/L y los metales considerados para la evaluación fueron en su forma disuelta. Por otro lado, para la elaboración de los diagramas hidroquímicos, se tomaron en cuenta las concentraciones en mg/L y/o en meq/L, además de considerarse los metales disueltos.

El EBI se calculó en base a los aniones: sulfatos (SO4-2)¹⁵, cloruros (CI-) y bicarbonatos (HCO3-) y los cationes calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), aluminio(AI), hierro (Fe), manganeso (Mn) y zinc (Zn), cuyo valor máximo permitido es 10 % por Soto, P. (2013).

b. Diagramas hidroquímicos

Los diagramas hidroquímicos sirven para ver la interacción simultánea entre aniones (NO₃-², SO₄-², Cl⁻ y HCO₃-) y cationes (Ca, Mg, K y Na), y como parte del anliisis hidroquímico se realizó el diagrama de Piper, de Stiff y de Schöeller-Berkaloff; los cuales se detallan a continuación:

b.1. Diagrama de Piper

El concepto de diagrama de Piper fue introducido por Arthur M. Piper en 1944 para el estudio de las propiedades hidrogeológicas (*Chong*, 2016). Se trata de una herramienta útil para el estudio de la evolución química del agua subterránea y superficial¹⁶ y es usado en los siguientes análisis: i) tipo de agua; ii) precipitación o disolución de minerales; iii) mezcla de aguas; iv) intercambio iónico y v) identificación de las reacciones químicas más comunes, que cambian la composición de los iones principales (relación agua-roca).¹⁷

Este diagrama trilinear consiste en dos triángulos equiláteros (gráficos ternarios) que muestran los porcentajes de las concentraciones en



A CONTRACTOR OF STATE OF STATE

H

http://gidahatari.com/ih-es/factores-que-influencian-el-balance-ionico

Las concentraciones de los iones fueron obtenidas por el laboratorio subcontratado ALS Perú SA,

El EBI de los cationes y aniones en meq/L del agua a evaluar deben estar en el rango óptimo de ± 10 %.

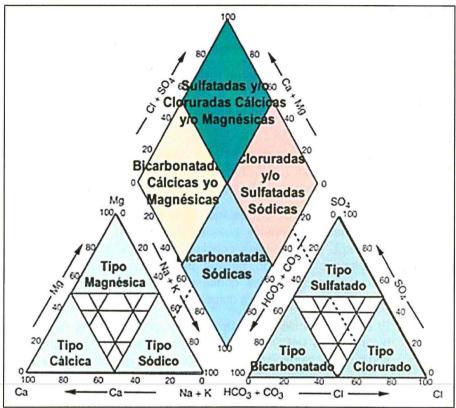
Soto, P. (2013). Diplomado Virtual de Hidrología Subterránea del Centro de Capacitación Minera - CECAMIN. IX. Tratamiento de Dats Químicos I. Lima, Perú.

Ministerio

del Ambiente

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

miliequivalentes (meg/L) de los principales cationes que son Ca, Mg, Na + K (triángulo de la izquierda), y los aniones HCO₃⁻ + CO₃²-, SO₄²- y Cl⁻ (triángulo de la derecha), como se muestra en la Figura 6-1.



Fuente: Soto, 2013

Figura 6-1. Diagrama de Piper

Los puntos en cada triángulo se unen mediante líneas paralelas en dirección a un rombo ubicado por encima y en medio de los triángulos. Este rombo define cuatro facies (otros autores indican más facies) en función de la composición de los aniones y cationes, formando a menudo los antecedentes para una terminología descriptiva de la composición química del agua (Appelo et al. 2005).

El triángulo de los cationes (lado izquierdo), formado por una zona mixta entre los tres tipos de agua, cálcico, sódico y magnésico, aumenta los porcentajes en el sentido de las agujas del reloj, mientras que el triángulo de los aniones (lado derecho), formada por una zona mixta entre los tres tipos de agua, bicarbonatado, clorurado y sulfatado, en sentido contrario.

Los lados del rombo, ubicado en la parte superior del diagrama de Piper. indica en cada uno de sus lados a los cationes: Ca + Mg y Na + K y aniones: Cl⁻ + SO₄²⁻ y HCO₃⁻ + CO₃²⁻¹⁸, cuyos porcentajes se incrementan en dirección al vértice de la línea vertical (vértice superior: Ca + Mg y Cl⁻ + SO₄²⁻ y vértice inferior: Na + Ky HCO₃-+ CO₃²-).

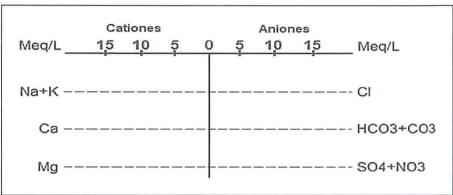
Las concentraciones de los cationes CO₃-2 no tuvieron influencia significativa en los cuerpos de agua superficial y subterránea en el presente estudio.

De esta manera, el diagrama de Piper puede indicar cuatro facies: bicarbonatadas sódicas; bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas; sulfatadas y o cloruradas cálcicas y/o magnésicas y; cloruradas y/o sulfatadas sódicas.

b.2. Diagrama de Stiff

El diagrama de Stiff consiste en tres líneas horizontales¹⁹ y muestra los iones mayoritarios en el agua. En el mismo los cationes están ubicados en el lado izquierdo (Ca, Mg, Na + K), y los aniones en el lado derecho (HCO₃- + CO₃², SO₄²⁻ + NO₃- y Cl⁻), tal como se muestra en la Figura 6-2.

Estos triángulos diferencian las aguas según sus composiciones y así distinguen los diversos tipos de agua de diferentes unidades geológicas e hidrológicas (Figura 6-3), entre otros análisis indicados anteriormente.

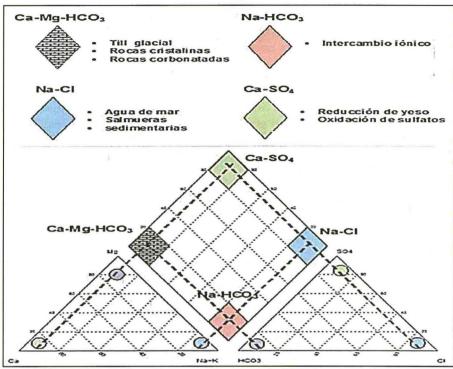


Fuente: Simler, 2017

Figura 6-2. Diagrama de Stiff

SUBURIO OCEFA. THIRE

Una cuarta línea es opcional que pueden cambiar dependiendo del estudio (Appelo C.A.L, Postma D., 2005). Esta línea comúnmente está formada por hierro (Fe) y nitratos (NO₃) separado de sulfatos (SO₄).



Fuente: Villegas, 2011

Ministerio

del Ambiente

Figura 6-3. Ejemplos de tipos de agua

En la primera se ubican los iones Na+K (izquierda) y Cl⁻ (derecha), reflejando la influencia de NaCl, que se encuentra principalmente en el agua de mar o el agua subterránea. En la segunda línea se encuentran el Ca (izquierda) y HCO₃⁻ + CO₃²⁻ (derecha), lo que está destinado a mostrar la disolución de CaCO₃. La tercera línea muestra el Mg (izquierda) y SO₄²⁻ + NO₃⁻ (derecha) presentando el resto de mayores componentes en la mayoría de las aguas.

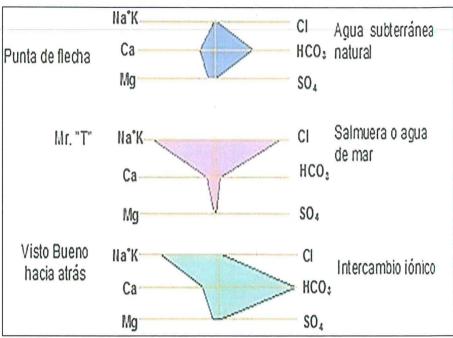
Cuando los valores de cada eje son conectados por líneas, emerge una figura geométrica para cada composición específica de agua. Cuando mayor el área del polígono, mayor la concentración del ion (Figura 6-4).

Dos características sobresalen en este tipo de diagramas: por un lado, permite visualizar claramente diferentes tipos de agua y, en forma simultánea, permite dar idea del grado de mineralización (ancho de la gráfica).



S 4





Fuente: Villegas, 2011.

Figura 6-4. Diagrama de Stiff en relación con la mineralización

Los diagramas de Stiff pueden presentarse como numerosos polígonos pequeños distribuidos por coordenadas sobre un mapa conocido como «mapa hidroquímico», para dar una idea visual sobre la distribución de los diferentes tipos de agua.

b.3. Diagrama de Schöeller-Berkaloff

Este diagrama contiene columnas verticales paralelas, espaciadas y divididas en escala logarítmicas. A cada columna están asociados los cationes Ca y Mg, los aniones SO₄²- y NO₃-, y las sumás de los cationes y aniones Na + K y HCO₃- + CO₃-2, expresada en mg/L; mientras las dos columnas de los extremos se miden en meq/L (Figura 6-5).

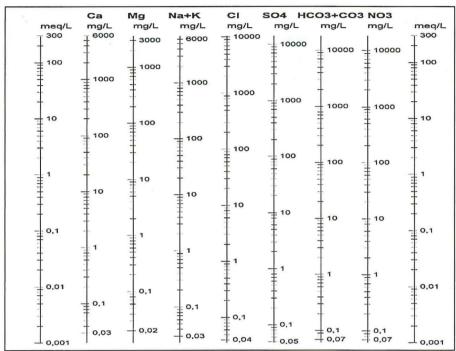
La utilidad de este diagrama es que permite ver la evolución temporal de los iones mayoritarios del agua en una misma línea de flujo que es formada por la unión de los puntos obtenido de cada columna. La Figura 6-6 muestra un ejemplo de un diagrama de Schöeller-Berkaloff.





Ministerio del Ambiente

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



Fuente: Simler, 2017.

Figura 6-5. Diagrama de Schöeller - Berkaloff

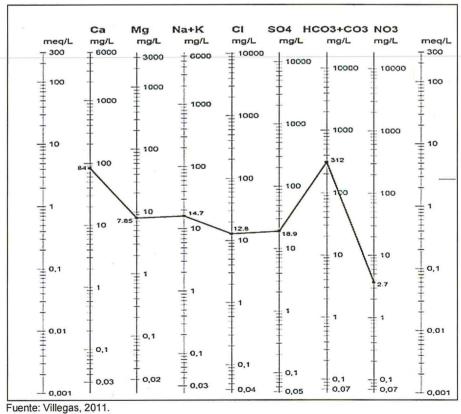


Figura 6-6. Diagrama de Schöeller – Berkaloff para una muestra de agua



c. Niveles de mineralización

La mayor parte de sustancias disueltas se encuentran en el agua natural en estado iónico. Unos cuantos de estos iones se encuentran siempre presentes en cantidades proporcionalmente significativos. como cloruros. bicarbonatos, sodio, calcio y magnesio, y otros menos abundantes como los nitratos, carbonatos y potasio, aunque algunas veces también incluimos al hierro. Los iones metálicos a veces están en cantidades medibles, pero en general son elementos trazas. Estos iones disueltos son los responsables de conducir la corriente eléctrica en el agua, que se mide como conductividad eléctrica. Espigares (1995) establece una relación directa entre la conductividad eléctrica y la mineralización del agua, quien establece niveles de mineralización desde muy débil a excesiva de acuerdo a los iones disueltos en el agua a través de los valores de conducitividad eléctrica (Tabla 6-9).

Tabla 6-9. Niveles de mineralización del agua con relación a la conductividad eléctrica

Conductividad eléctrica (µS/cm)	Mineralización
Menor de 100	Muy débil
100 – 200	Débil
200 -700	Media
700 – 1000	Importante
Mayor a 1000	Excesiva

Fuente: M. Espigares (1995)

d. Relaciones iónicas o diagramas binarios

Las relaciones iónicas completan la caracterización hidrogeoquímica, pudiéndose representar en una gráfica de dos ejes que permite la visualización de la variación de un catión o anión con respecto a otro catión o anión.

Las relaciones principales se realizan entre los iones Ca, Na, K, Mg, Sr, B, HCO₃, SO₄²⁻ y Cl⁻, cuyas concentraciones son expresadas en meg/L o mg/L. Asimismo, las relaciones también pueden darse entre la suma o división de iones como por ejemplo Cl⁺+SO₄²⁻ vs Na+K, o en otras unidades como se da para el diagrama de Wilcox, que representa la conductividad (μS/cm o mS/cm) vs porcentaje (%) de Na.

En conjunto, estos gráficos permiten visualizar los efectos de interacción agua roca, mezcla de diferentes tipos de agua (agua dulce - agua de mar), los efectos de interacción agua - roca que domina la composición química de las aguas subterráneas más que las superficiales (Figura 6-7).

Por otro lado, los diagramas binarios también analizan la relación de las concentraciones de otros parámetros ambientales, entre los cuales se menciona la relación de los cationes metálicos o aniones con los sólidos disueltos totales (SDT) como los diagramas de variación de Gibbs, los metales suspendidos con los sólidos suspendidos totales (SST), sólidos disueltos totales (SDT) con la conductividad, entre otros.



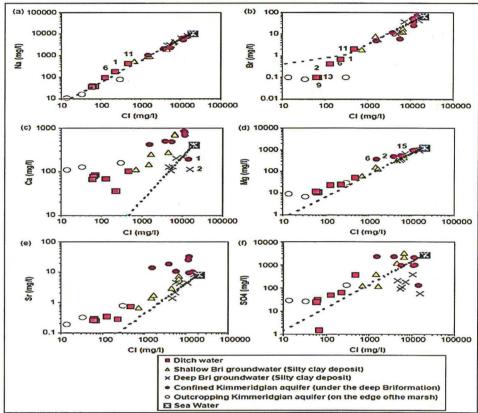




Ministerio

del Ambiente

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



Fuente: Ladouche B., 2005

Figura 6-7. Casos de relaciones iónicas

6.2 Calidad de sedimentos

En los apartados siguientes se muestra información acerca del monitoreo para evaluar la concentración de metales en los sedimentos detallándose el protocoloy puntos de muestreo, los parámetros de análisis y los criterios de evaluación de los resultados.

6.2.1 Guías utilizadas para la evaluación

Debido a que no se cuenta con un protocolo nacional aprobado para la toma de muestras de sedimento se utilizó, a modo referencial, el manual técnico Métodos para colección, almacenamiento y manipulación de sedimentos para análisis químicos y toxicológicos de la Agencia para la Protección Ambiental de Estados Unidos (Methods for collection, storage and manipulation of sediments for chemical and toxicological analyses: technical manual, 2001) y el Procedimiento Operativo Estándar del Muestreo de sedimentos de la Agencia para la Protección Ambiental de Estados Unidos (Sediment Sampling, Standard Operating Procedure (SOP), 2016).

Estos documentos dan a conocer consideraciones generales en el diseño de muestreos para sedimento, equipos/herramientas de campo y laboratorio, pautas de seguridad, procedimientos de almacenamiento y transporte de muestras, además de asuntos comunes a la manipulación de muestras para análisis químicos y toxicológicos.



Asimismo, para la colecta, preservación, conservación y transporte de las muestras se seguió las recomendaciones de los laboratorios acreditados ante Inacal.

6.2.2 Ubicación de puntos

Los puntos de muestreo de sedimentos fueron ubicados en los mismos puntos de agua superficial que presentaron condiciones para su colecta (Tabla 6-10) siendo un total de 23 puntos de muestreo. Para la codificación se adicionó el prefijo «SED» a la codificación de los puntos de muestreo de agua.

Tabla 6-10. Ubicación de puntos de muestreo de sedimentos en el área de influencia del PM Utunsa, realizado en el 2018

N.°	Puntos de muestreo		nadas UTM – Zona 18L	Altitud (m s.n.m.)	Descripción	
		Este (m)	Norte (m)			
			Microcuenca `	Yahuarmayo		
1	SED-LPist1	790534	8403134	4435	Laguna Pistoro a 5 m de su descarga o salida (inicio de la quebrada. Yahuarmayo).	
2	SED-LPist2	790097	8403308	4435	Laguna Pistoro lado Oeste, en la margen derecha de la descarga de una quebrada sin nombre.	
3	SED-LPist3	790396	8403632	4441	Laguna Pistoro, en la margen izquierda de la desembocadura de la quebrada Pocaloma Huaycco.	
4	SED-LPist4	790139	8403614	4429	Laguna Pistoro, en la margen izquierda de la desembocadura de la quebrada Pacchataccona.	
5	SED-QSNPist2	790055	8403300	4475	Quebrada sin nombre, afluente por el lado oeste de la laguna Pistoro.	
6	SED-QLoca2	791361	8403955	4586	Quebrada Local, aguas abajo del punto de salida de la poza de sedimentación proyectada.	
7	SED- QSNYahu1	792620	8401646	4309	Quebrada sin nombre, afluente por el lado sur de la quebrada Yahuarmayo.	
8	SED-QYahu1	792922	8401854	4301	Quebrada Yahuarmayo, aguas arriba del punto de la salida de la poza de sedimentación.	
9	SED-QYahu3	794597	8401333	4283	Quebrada Yahuarmayo, antes de la captación para el canal de riego.	
10	SED-LPucc1	793618	8402067	4365	Laguna Puccacocha.	
			Microcuenca	a Huayllani		
11	SED-QHuay2	792571	8406357	4403	Quebrada Huayllani, aguas abajo del punto de la salida de la poza de sedimentación.	
12	SED-QHuay2A	793420	8406382	4373	Quebrada Huayllani, aguas abajo de la poza de cianuración.	
13	SED-QHuay2- AB	793808	8406585	4343	Bofedal en la zona de la quebrada Huayllani (después del punto de agua superficia «Qhuay2A»).	
14	SED- QSNHuay2	793108	8406071	4411	Quebrada Huiscachan Huayco, a 100 m aguas abajo de la poza de cianuración y antes de la	



Ministerio

del Ambiente

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

N.°	Puntos de muestreo	IN SANSKALL TO SERVICE AND ADDRESS.	nadas UTM – Zona 18L	Altitud (m s.n.m.)	Descripción
	muestreo	Este (m)	Norte (m)	(111 3.11.111.)	
					confluencia con la quebrada Huayllani.
15	SED-QSuri1A	793194	8405482	4474	Quebrada Surimana (Colpapampa), después de la confluencia del aporte de la desviación de un manantial con la quebrada Huillanycasa.
16	SED-QSuri1-AB	793723	8405755	4451	Bofedal en la zona de la quebrada Surimana (antes del punto de agua supeficial «QSuri1»).
17	SED-QSuri1	794122	8406052	4430	Quebrada Surimana (Huillanycasa), aguas abajo del campamento del proyecto minero Utunsa.
		Mic	rocuenca Chi	corume - Palla	ni
18	SED-LAnga1	793223	8403236	4453	Ubicado en la recarga (entrada) de la laguna Angascocha.
19	SED-QChic1	793592	8403487	4495	Manantial de la zona Pampamachay, aguas arriba (bofedal) de la quebrada Chicorume.
20	SED-QSNColl1	795524	8404244	4155	Quebrada Chicorume, a 20 m aguas arriba de la captación para la piscigranja de la comunidad de Piscocalla y a 280 m aproximadamente antes
					de la confluencia con la quebrada Collpa.
21	SED-QUtun1	792862	8404607	4491	Quebrada Utunsa, a 220 m antes de la confluencia con la quebrada Collpa.
22	SED-QColl1	793041	8404785	4466	Quebrada Collpa, después de la confluencia de la quebrada Utunsa con la quebrada Parca Orjo.
23	SED-QColl2	795571	8404360	4150	Quebrada Collpa, altura de la piscigranja de la comunidad de Piscocalla.

6.2.3 Parámetros y métodos de análisis

Se realizó el análisis del contenido de metales en sedimentos, ello considerando la actividad que se desarrollará en el área de estudio (actividad minera), lo cual podría causar una posible afectación sobre los cuerpos de agua que son materia de estudio para la presente EAT. La Tabla 6-11 presenta el detalle del método empleado.

Tabla 6-11. Parámetro y método de ensayo para las muestras de sedimento

N.°	Parámetro	Método de Análisis	Laboratorio
1	Metales totales (Incluye mercurio)	EPA 200.8, Rev 5.4, 1994	J. ŖAMÓN DEL PERU S.A.C.

6.2.4 Equipos utilizados

Las especificaciones de los equipos complementarios utilizados en el muestreo se presentan en el Anexo 3.

Se extrajo porciones parciales de sedimento del lecho del cuerpo de agua, las cuales fueron colectadas en bolsas herméticas hasta completar el peso requerido, siguiendo las recomendaciones dadas por el laboratorio acreditado.

Criterios de comparación

En la actualidad, la legislación ambiental nacional no ha establecido estándares de calidad ambiental para los sedimentos, es por ello que los resultados de los análisis de las muestras de sedimentos fueron comparados de manera referencial con las Directrices de Calidad Ambiental para Sedimentos en cuerpos de agua dulce de la Guía de Calidad Ambiental de Canadá - CEQG (Canadian Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, 1999, actualizada el 2002) para sedimentos de agua continental, que tienen valores para siete metales: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo y zinc. Esta normativa ambiental de referencia establece valores ISQG (Interim Sediment Quality Guidlines), que es la concentración por debajo de la cual no se espera efectos biológicos adversos para los invertebrados bentónicos, y valores PEL (Probable Effects Levels), que es la concentración por encima de la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia sobre los invertebrados bentónicos.

Los valores de los estándares de la Guía de Calidad Ambiental de Canadá - CEQG se encuentran en la Tabla 6-12.

Tabla 6-12. Directrices para la calidad del sedimento de agua dulce

Metal	Unidades	ISQG	PEL
Arsénico	mg/kg	5,9	17,0
Cadmio	mg/kg	0,6	3,5
Cromo	mg/kg	37,3	90,0
Cobre	mg/kg	35,7	197
Plomo	mg/kg	35,0	91,3
Mercurio	mg/kg	0,17	0,486
Zinc	mg/kg	123	315

Es importante mencionar que, el análisis de los resultados se realizó por microcuencas que rodean el área de influencia del proyecto minero Utunsa:

- a. Microcuenca Yahuarmayo
- b. Microcuenca Huayllani
- c. Microcuenca Chicorume Pallani

a. Microcuenca Yahuarmayo

Zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha

Zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios





Ministerio del Ambiente

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

b. Microcuenca Chicorume - Pallani

Para la interpretación de los resultados de esta microcuenca se realizó la división en dos zonas:

Zona III: Laguna Angascocha y quebrada Angascocha-Pallani y sus tributarios.

Zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume.

c. Microcuenca Huayllani

La microcuenca Huayllani se ubica hacia el lado norte del proyecto minero Utunsa, este sistema hídrico se encuentra conformado por dos quebradas principales: Huayllani y Surimana (a las cuales tributan pequeñas quebradas). Por lo tanto, para la interpretación de los resultados se realizó la división en dos zonas:

Zona V: Quebrada Huayllani y tributarios

Zona VI: Quebrada Surimana

6.3 Comunidades hidrobiológicas

Los diversos organismos pertenecientes a las comunidades hidrobiológicas están directamente relacionados entre sí, así como 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). Estos resultados son obtenidos a través de una serie de procedimientos que son necesarios desarrollar tanto en campo como en gabinete.

En los siguientes apartados se proporciona la información concerniente a la quía metodológica de colecta de muestras hidrobiológicas (plancton, perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces) en ambientes loticos (ríos y quebradas) y lénticos (lagunas), la ubicación de los puntos de muestreo hidrobiológicos, los parámetros y métodos de análisis para caracterizar las comunidades hidrobiológicas, equipos utilizados, criterios de comparación y procesamiento de datos.

Guía utilizada para la evaluación

La colecta de muestras hidrobiológicas de las comunidades del plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton (microalgas y microorganismos), macroinvertebrados bentónicos y peces tuvieron como base metodológica el manual «Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú» (Minam, 2014).

La toma de muestras de plancton (fitoplancton y zooplancton) se realizó únicamente en ambientes lénticos (lagunas). Para agosto de 2017, el muestreo del fitoplancton se realizó de manera directa (sin filtración) en una botella de polietileno de 1 L. Por otro lado, para el muestreo de zooplancton se filtró 20 L de agua usando una red estándar o cónica de 45 µm de abertura de poro, el cual posee un vaso colector enroscado al extremo de 200 mL. El contenido del vaso colector fue trasvasado a un frasco de polietileno de 250 mL para posteriormente ser fijado. Para marzo de 2018, tanto para la muestra de fitoplancton y zooplancton, se requirió de colectar 40 L de







agua superficial, realizando cuatro repeticiones con la ayuda de un balde de 10 L de capacidad. El volumen de agua superficial colectado fue filtrado en una red de plancton cónica de 20 µm de abertura de poro, que posee un vaso colector enroscado al extremo de 200 mL. El contenido del vaso colector fue trasvasado a un frasco de polietileno de 250 mL para posteriormente ser fijado. Las muestras de fitoplancton y zooplancton fueron fijadas con formalina al 5 % de concentración, en una proporción de 50 mL de formalina por litro de muestra. Posteriormente se procedió a sellar los frascos con ayuda de una cinta teflón entre la tapa y la contratapa. Al terminar la toma de muestras se lavó la red de plancton para evitar que los residuos puedan contaminar la próxima toma de muestras.

La toma de muestras de perifiton (microalgas y microorganismos) se realizó tanto en ambientes lénticos (lagunas) como en ambientes lóticos (quebradas). Se requirió de realizar raspados con un cepillo o cuchilla de distintos tipos de sustratos encontrados, como sustratos duros removibles (canto rodado y piedras irregulares) y sustratos duros no removibles (arbustos y raíces). Teniendo en consideración los distintos tipos de sustratos, se colectó una muestra compuesta de perifiton con un área de raspado total de 25 cm2, tanto para el muestreo de agosto de 2017 como para el muestreo de marzo de 2018. Esta actividad se realizó con la ayuda de cuadrantes de 3 x 1 cm, 2 x 1 cm o 2 x 3 cm, los cuales se colocaron en las superficies de los sustratos, donde se realizaron los raspados ligeramente, seguido de un enjuague con 200 mL aproximadamente de agua destilada. Lo colectado se trasvasó a un frasco de polietileno de 250 mL enrasando hasta 200 mL de agua destilada. Las muestras fueron fijadas con formalina al 5 % de concentración, en una proporción de 50 mL de formalina por litro de muestra. Posteriormente se procedió a sellar el frasco con ayuda de una cinta teflón entre la tapa y la contratapa. Al terminar la toma de muestras, se lavaron y secaron los materiales utilizados para evitar que los residuos puedan contaminar la próxima toma de muestras.

La toma de muestras de macroinvertebrados bentónicos se realizó tanto en ambientes lénticos (lagunas) como en ambientes lóticos (quebradas). Para el muestreo en ambos ambientes se requirió del uso de una red Surber. Esta red presenta un marco metálico de 30 x 30 cm, a la cual se articulan un par de varillas de acero inoxidables de 30 cm que se proyectan hacia la base, formando un área de muestreo sobre la base de 30 x 30 cm (superficie de 0,09 m2). Este marco metálico se encuentra sujeto por una red con una abertura de malla de aproximadamente 500 µm y unos 80 cm de longitud, con forma cónica para concentrar la muestra hacia el fondo del cono. La red Surber se coloca sobre el fondo y en contra de la corriente. removiéndose el material de fondo (el sustrato) con la finalidad que los organismos asociados al sustrato queden atrapados en la red. Se tomaron tres muestras conformando una muestra compuesta con una superficie de muestreo final 0,27 m2, tanto para el muestreo de agosto de 2017 como para el muestreo de marzo de 2018. El material colectado tanto en ambientes lénticos y lóticos fue vaciado en un frasco de boca ancha de 1000 mL, preservándose con alcohol al 70% v/v. Posteriormente se procedió a sellar el frasco con ayuda de una cinta teflón entre la tapa y la contratapa. Al terminar las labores de monitoreo, se lavó tanto la red como la draga para evitar que los residuos puedan contaminar la próxima toma de muestras.

La colecta de peces se realizó en ambientes lénticos (lagunas) e incluso piscigranjas que reciben aguas de quebradas aledañas. El arte de pesca utilizado para la captura de peces fue: lances de atarraya y uso de red de arrastre, tanto para el muestreo de agosto de 2017 como para el muestreo de marzo de 2018. Las dimensiones de la





«Año del diálogo y la reconciliación nacional»



del Ambiente Fiscalización Ambiental - OEFA

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»

Ministerio

aproximado de 1 minuto por individuo.

atarraya fueron de: 5 m de diámetro, 3.5 m de largo con 10 mm de abertura y la colecta de peces consistió en realizar 10 lances de atarraya sobre el punto de muestreo. Se utilizó la red de arrastre a orilla de 10 m de largo y 2 metros de profundidad, con una abertura de malla de 5 mm, con un esfuerzo de tres a cinco arrastres por punto de muestreo. Adicionalmente, es necesario indicar que se realizó pesca con anzuelo para uno de los puntos de muestreo en agosto de 2017 (punto HID-QOcol1). Esta actividad requirió de tirar el anzuelo con una carnada por un tiempo de 20 minutos tantas veces como fue necesario para atrapar al menos un pez adulto. Cabe indicar que cada técnica de pesca fue definida por el especialista en campo. A todos los peces colectados se les dio una identificación preliminar. Posterior a ello se realizaron mediciones morfométricas in situ considerándose la

Si en la colecta de peces se identificaron individuos de consumo humano (e.g. trucha), estos se seleccionaron para el análisis de metales totales en tejido de peces. Este análisis consideró obtener réplicas de muestras de tejido muscular (músculo) de individuos adultos. La preservación se dio en bolsas de polietileno y se procedió a su inmediata congelación (0°C).

toma de la longitud total (LT), longitud estándar (LE) y peso total (PT) en un tiempo

Para garantizar la representatividad de los resultados, se realizó una adecuada manipulación de las muestras colectadas, siendo posteriormente almacenadas en coolers limpios y transportadas bajo refrigeración para su análisis. Las cadenas de custodia fueron colocadas y transportadas dentro de los coolers. Las muestras de tejidos de peces fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis dentro de coolers y en cadena de frío.

Luego de culminar la evaluación, los materiales descartables fueron acopiados en bolsas de plástico, para posteriormente ser dispuestos en un contenedor de residuos sólidos.

Con la finalidad de caracterizar los puntos de muestreo hidrobiológicos evaluados, se realizó el llenado de hojas de campo, en las cuales se describen complementariamente las características del hábitat y las condiciones ambientales durante la evaluación de cada uno de los puntos de muestreo.

6.3.2 Ubicación de los puntos

Los puntos de muestreo de las comunidades hidrobiológicas (perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces) en ambientes lénticos (lagunas) como en ambientes lóticos (quebradas) fueron definidos en relación con la ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial. En la época seca (agosto del 2017) se muestreó un total de 26 puntos en quebradas y lagunas, mientras que en la época húmeda (marzo del 2018) se consideraron puntos de muestreo adicionales, siendo un total de 43 puntos en el mismo tipo de ecosistemas acuáticos. Es preciso indicar que los códigos de los puntos de muestreo de las comunidades hidrobiológicas tuvieron el mismo código de los puntos de agua agregándose el prefijo «HID». En la Tabla 6-13 se presentan los detalles de los puntos de muestreo evaluados.

SUBDATE ON Y FISCAND COM THE SUBDATE OF THE SUBDATE

7





Tabla 6-13. Ubicación de puntos del monitoreo hidrobiológico en el área de influencia del PM Utunsa

N°	Puntos de		adas UTM – Zona 18L	Altitud	Descripción	Año de ejecución	
	muestreo	Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m.)		2017	2018
			Micro	cuenca Yahu	armayo		
1	HID-LPist1	790534	8403134	4435	Laguna Pistoro a 5 m de su descarga o salida (inicio de la Qda. Yahuarmayo).	Х	Х
2	HID-LPist2	790097	8403308	4435	Laguna Pistoro lado Oeste, en el margen derecho de la descarga de una quebrada sin nombre.	X	Х
3	HID-LPist3	790396	8403632	4441	Laguna Pistoro, en el margen izquierdo de la desembocadura de la quebrada Pocaloma Huaycco.	Х	Х
4	HID-LPist4	790139	8403614	4429	Laguna Pistoro, en el margen izquierdo de la desembocadura de la quebrada Pacchataccona.	Х	х
5	HID-LPucc1	793618	8402067	4365	Laguna Puccacocha.	X	X
6	HID-QSNPist1	790354	8403683	4442	Quebrada Pocaloma Huaycco, a 90 m antes de desembocar en la laguna Pistoro.	Х	х
7	HID-QSNPist2	790055	8403300	4475	Quebrada sin nombre, afluente por el lado oeste de la laguna Pistoro.		Х
8	HID-QSNPist3	790194	8403774	4439	Quebrada Pacchataccona, a 185 m antes de desembocar en la laguna Pistoro.	Х	х
9	HID-QLoca1	791681	8403950	4650	Quebrada Local, aguas arriba del punto de salida de la poza de sedimentación.		Х
10	HID-QLoca2	791361	8403955	4586	Quebrada Local, aguas abajo del punto de salida de la poza de sedimentación proyectada.		х
11	HID-QLoca3	790923	8403400	4482	Quebrada Local, afluente de la laguna Pistoro (lado este) y también afluente de la quebrada Yahuarmayo.	Х	х
12	HID-QQello1	791181	8403586	4534	Quebrada Qellohuayco, antes de la confuencia con la quebrada Local		Х
13	HID-QYahu1A	791094	8402777	4361	Quebrada Yahuarmayo, en la intersección de la quebrada Local con el agua que descarga la laguna Pistoro.		х
14	HID-QYahu1- AB	792553	8401938	4299	Bofedal en la zona de la quebrada Yahuarmayo (antes del punto de agua superficial «QYhau1»).		х
15	HID-QSNYahu1	792620	8401646	4309	Quebrada sin nombre, afluente por el lado sur de la quebrada Yahuarmayo.		Х
16	HID-QYahu1	792922	8401854	4301	Quebrada Yahuarmayo, aguas arriba del punto de la salida de la poza de sedimentación.	Х	Х
17	HID-QYahu2	793320	8401702	4290	Quebrada Yahuarmayo, aguas abajo del punto de la salida de la poza de sedimentación.	X	х











Ministerio del Ambiente

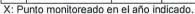
«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres» «Año del diálogo y la reconciliación nacional»

N°	Puntos de		adas UTM – Zona 18L	Altitud	Descripción	Año de e	Año de ejecución	
1	muestreo	Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m.)	Descripcion	2017	2018	
18	HID-QYahu3	794597	8401333	4265	Quebrada Yahuarmayo, antes de la captación para el canal de riego.	х	×	
19	HID-QSN1	795654	8401611	4291	Quebrada Qellocasa, debajo de la futura cantera 1 y aguas arriba de la vía de acceso al proyecto Anabí.		х	
	•		Microcue	nca Chicorun	ne - Pallani			
20	HID-LAnga1	793223	8403236	4453	Ubicado en la recarga (entrada) de la laguna Angascocha.	х	x	
21	HID-QAnga1	793304	8403171	4452	Ubicado en la desembocadura de la laguna Angascocha, e inicio de la quebrada Pallani.	х	х	
22	HID-QPall1	794658	8402783	4341	Quebraba Pallani, a 730m antes de la confluencia con la quebrada Umasa.		х	
23	HID-QUmas1	794748	8402339	4324	Quebrada Umasa, a 530 m antes de la confluencia con la quebrada Pallani.		х	
24	HID-QPall2	795331	8402383	4275	Quebrada Pallani, a 50 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Umasa.	х	х	
25	HID-QPOrjo1	792635	8404815	4517	Quebrada Parca Orjo, antes de la confluencia con la Quebrada Collpa.		х	
26	HID-QUtun1	792862	8404607	4491	Quebrada Utunsa, a 220 m antes de la confluencia con la quebrada Collpa.	Х	Х	
27	HID-QColl1	793041	8404785	4466	Quebrada Collpa, después de la confluencia de la quebrada Utunsa con la quebrada Parca Orjo.	Х	х	
28	HID-QSNColl1A	793758	8404529	4392	Quebrada sin nombre, afluente al lado sur de la quebrada Collpa.		х	
29	HID-QColl2	795571	8404360	4150	Quebrada Collpa, altura de la piscigranja de la comunidad de Piscocalla.	Х	х	
30	HID-QChic2	794031	8403532	4411	Quebrada Chicorume, aguas abajo de la salida de la poza de sedimentación.		х	
31	HID-QSNColl1	795523	8404244	4155	Quebrada Chicorume, a 20 m aguas arriba de la captación para la piscigranja de la comunidad de Piscocalla y a 280 m aproximadamente antes de la confluencia con la quebrada Collpa.	x	х	
32	HID-QOcol1	795370	8404600	4190	Quebrada Ocolloclla, a 200 m aproximadamente aguas arriba de la piscigranja de la comunidad de Piscocalla.	х	Х	
33	HID-QPPunc1	798937	8404285	3946	Quebrada Pullallapunco, después de la confluencia de la quebrada Pallallapampa con la quebrada Cchallahuilla.	X	×	





N° Puntos de		VVOC OT ZONA TOL		Altitud	Descripción	Año de ejecució	
	muestreo	Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m.)	Becompositi	2017	2018
	•		Mic	rocuenca Hua	ayllani		
34	HID-QHuay1	790935	8405952	4494	Quebrada Huayllani, inicio de la quebrada.	Х	Х
35	HID-QSNHuay1	791255	8406491	4491	Quebrada sin nombre, a 250 m antes de la confluencia con la quebrada Huayllani.	Х	Х
36	HID-QHuay2	792571	8406357	4403	Quebrada Huayllani, aguas abajo del punto de la salida de la poza de sedimentación.	Х	Х
37	HID-QHuay2A	793420	8406382	4373	Quebrada Huayllani, aguas abajo de la poza de cianuración.	Х	Х
38	HID-QSNHuay2	793108	8406071	4411	Quebrada Huiscachan Huayco, a 100 m aguas abajo de la poza de cianuración y antes de la confluencia con la Quebrada Huayllani.		Х
39	HID-QHuay2- AB	793808	8406585	4343	Bofedal en la zona de la quebrada Huayllani (después del punto de agua superficial «QHuay2A»).		х
40	HID-QSuri1A	793194	8405482	4474	Quebrada Surimana (Colpapampa), después de la confluencia del aporte de la desviación de un manantial con la Quebrada Huillanycasa.	х	Х
41	HID-QSuri1-AB	793723	8405755	4451	Bofedal en la zona de la quebrada Surimana (antes del punto de agua supeficial «QSuri1»).		Х
42	HID-QSuri1	794122	8406052	4430	Quebrada Surimana (Huillanycasa), aguas abajo del campamento del proyecto minero Utunsa.	Х	Х
43	HID-QSuri2	795122	8406629	4167	Quebrada Surimana, altura de la comunidad de Minaspata (a 350 m al norte de la comunidad).		Х



^{---:} Punto no monitoreado en el año indicado.

Cabe mencioanr que, para cuestiones de análisis, los puntos de muestreo de las comunidades hidrobiológicas en el área de inluencia del proyecto minero Utunsa fueron divididos en tres microcuencas. Estas corresponden a la microcuenca Yahuarmayo; microcuenca Chicorume-Pallani y microcuenca Huayllani.

a. Microcuenca Yahuarmayo

Para la interpretación de los resultados de esta microcuenca se realizó la división en dos zonas:

Zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha.

Esta zona se subdividió en ambientes lenticos y loticos:

- Ambientes lenticos: Lagunas Pistoro y Puccacocha.
- Ambientes loticos: Tributarios de la laguna Pistoro







Zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios

b. Microcuenca Chicorume - Pallani

Ministerio

del Ambiente

Para la interpretación de los resultados de esta microcuenca se realizó la división en dos zonas:

Zona III: Laguna Angascocha y quebradas Angascochas-Pallani y sus tributarios Esta zona se subdividió en ambientes lenticos y loticos:

- Ambientes lenticos: Laguna Angascocha
- Ambientes loticos: Quebradas Angascochas- Pallani y sus tributarios

Zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume.

c. Microcuenca Huayllani

Para para la interpretación de los resultados de esta microcuenca se realizó la división en dos zonas:

Zona V: Quebrada Huayllani y tributarios

Zona VI: quebrada Surimana

Parámetros y métodos de análisis

Se realizó la identificación taxonómica de las comunidades del perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces, además del análisis de metales totales en músculo de peces, tanto para el muestreo de agosto 2017 como para el muestreo de marzo 2018, conforme se indica en las Tabla 6-14 y 6-15.

Tabla 6-14. Parámetros evaluados de comunidades hidrobiológicas, durante 2017

N.°	Parámetro	Método de análisis	Analizado por
1	Identificación taxonómica de fitoplancton	SM-Part 10200 F.2, 22 nd	
2	Identificación taxonómica de zooplancton	SM-Part 10200 G, 22 nd	AGQ Perú S.A.C.
3	Metales en tejido de peces (incluido Hg)	PC 230	
4	Identificación taxonómica de perifiton	SMEWW-APHA- AWWA-WEF, Part 10 300 C, 22 nd Ed. 2012	OEFA
5	Identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos	SMEWW-APHA- AWWA-WEF, Part 10 500 C, 22 nd Ed. 2012	OEFA

Tabla 6-15. Parámetros de evaluación de comunidades hidrobiológicas, durante 2018

N.°	Parámetro	Método de análisis	Analizado por	
1	Identificación taxonómica de perifiton	SMEWW 10300C, SMEWW 10300E o EPA 841-B-99-002	0554	
2	Identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos	SMEWW 10500-C	OEFA	









N.°	Parámetro	Método de análisis	Analizado por
3	Identificación taxonómica de fitoplancton	SMEWW 10200-F	
4	Identificación taxonómica de zooplancton	SMEWW 10200-G	
5	Metales en tejido de peces (incluido Hg)	EPA 200.3 Rev. 1 April 1991 and EPA 6020 A Rev. 1 February 2007 (validado). Espectrometría ICP- MS	ALS LS PERÚ SAC

6.3.4 Equipos y materiales utilizados

La colecta de las comunidades hidrobiológicas evaluadas, requirió:

- Para la colecta de plancton (fitoplancton y zooplancton), el uso de una red de plancton cónica de 45 µm de abertura de poro para la colecta de zooplancton en agosto de 2017. Durante esta época la colecta de fitoplancton se realizó de manera directa (sin filtración) en una botella de polietileno de 1 L. Adicionalmente se utilizó una red de plancton cónica de 20 µm de abertura de poro para la colecta de fitoplancton y zooplancton en marzo de 2018.
- Para la colecta de perifiton, el uso de un cepillo o cuchilla y cuadrantes de 3 x 1 cm. 2 x 1 cm o 2 x 3 cm.
- Para la colecta de macroinvertebrados bentónicos, el uso de una red Surber, la cual presenta un marco metálico de 30 x 30 cm, a la cual se articulan un par de varillas de acero inoxidables de 30 cm que se proyectan hacia la base, formando un área de muestreo sobre la base de 30 x 30 cm.
- Para la colecta de peces, una atarraya de 5 m de diámetro, 3.5 m de largo con 10 mm de abertura y una red de arrastre a orilla de 10 m de largo y 2 metros de profundidad, con una abertura de malla de 5 mm. Adicionalmente se utilizó un anzuelo para la colecta de agosto de 2017.

6.3.5 Criterios de comparación

En lo que respecta a la identificación taxonómica y análisis cuantitativo de muestras de las comunidades hidrobiológicas no existen estándares nacionales que se asemejen a los estándares de calidad de agua, aire, suelo u otra matriz ambiental abiótica.

Pero los resultados de detección de metales totales en músculo (reportados por el laboratorio acreditado por el Inacal se compararon con los contenidos máximos permitidos de metales pesados en productos pesqueros y acuícolas de consumo humano directo señalados en el manual «Indicadores sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación» del SANIPES (Resolución de Dirección Ejecutiva N.º 057-2016-SANIPES-DE). Éste manual referencia a los metales pesados de interés para alimentos en la salud humana como cadmio, mercurio y plomo (Tabla 6-16).







Tabla 6-16. Rangos de detección y contenidos máximos de metales totales en peces

Parámetro	Método de referencia	Rangos de detección del laboratorio	detección del Contenidos		
	MAIN PROPERTY AND ARREST MAIN	mg/kg peso fresco			
Cadmio	Determinación de metales en las muestras orgánicas por espectrometría de masas con flama de	0,010 – 100	0,05		
Mercurio		0,005 – 100	0,50	SANIPES (2016)	
Plomo	acoplamiento inductivo (ICP-MS)	0,050 – 100	0,30		

6.3.6 Procesamiento de datos

En esta sección se describe el procesamiento de datos para el desarrollo del presente informe en base a los reportes emitidos en los análisis de identificación taxonómica. Se realizó el análisis de la composición, riqueza y abundancia. Además, se determinó los índices de diversidad alfa y beta, como la calidad de los hábitats acuáticos mediante el índice biótico andino (Andean Biotic Index - ABI), el índice multimétrico de estado ecológico de ríos altoandinos (Imeera) y el protocolo de calidad ecológica de ríos altoandinos (CERA-S). Asimismo, se determinó la relación de las comunidades hidrobiológicas con parámetros no biológicos mediante la aplicación de análisis estadísticos multivariados como el análisis de componentes principales (ACP) y el análisis de correspondencia canónica (ACC). Finalmente se determinó las concentraciones de metales totales en músculo de peces.

6.3.6.1. Composición, riqueza y abundancia

Se representó la clasificación taxonómica (phylum, clase, orden, familia y especie) de las comunidades hidrobiológicas del plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton (microalgas), de macroinvertebrados bentónicos y de peces en el área de evaluación.

La evaluación de la riqueza y la abundancia de las comunidades hidrobiológicas del plancton (fitoplancton y zooplancton) y del perifiton (microalgas) se desarrolló en base a la categoría taxonómica phylum. La evaluación de la riqueza y la abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y de peces se desarrollaron en base a la categoría taxonómica orden.

Es necesario indicar que los resultados de abundancia se analizaron en base a la densidad de la muestra, representándose los resultados para plancton (fitoplancton zooplancton) en org/L, perifiton (microalgas) en org/cm2, macroinvertebrados bentónicos en org/0,27m2 y para peces en base al número de individuos.

Para ello se sistematizó los nombres y números de cada especie por cada punto de muestreo reportado por los laboratorios, y posteriormente se elaboraron las representaciones mediante gráficas acumuladas.

6.3.6.2. Diversidad alfa

Para la evaluación de diversidad de especies (diversidad alfa) se utilizaron los índices 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 como la modificación del índice Shannon-Wiener (H') (Jost, 2006) que tiene como fórmula:

$$N1 = exp(H) (6.2)$$

Dónde:

H: es el índice de Shannon-Wiener.

De forma complementaria se desarrolló el índice de dominancia de Simpson, el cual manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Se expresa como:

$$D = \sum pi^2 \tag{6.3}$$

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, 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).

$$J' = \frac{H'}{H'max} \tag{6.4}$$

Donde:

J': es el índice de equidad de Pielou

H': es el índice de diversidad de Shannon-Wiener

H': max es el Ln (S) y S es el número de especies.

6.3.6.3. 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 fórmula:

$$IBC = 1 - \frac{(\sum xi - yi)}{(\sum xi + yi)}$$
 (6.5)

Donde:







IBC: es el índice de Bray Curtis

Xi: es la abundancia o densidad de especies i en un conjunto 1

Yi: es la abundancia de las especies en el otro.

Para facilitar el análisis de los valores de similitud de manera visual, se procedió a la elaboración de dendogramás 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.

6.3.6.4. Calidad ecológica

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) se realizó la evaluación de calidad ecológica. 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:

- 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 estación 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

El criterio de elección del puntaje respectivo para cada característica es detallado en los datos de campo (Anexo 4). Una vez obtenidas las puntuaciones para cada característica hidromorfológica se procedió obtener una sumatoria de todas ellas, con la finalidad de tener un solo valor por estación de muestreo. Finalmente, para obtener el respectivo valor de calidad hidromorfológica, dichos valores fueron comparados con la siguiente escala (Tabla 6-17).



Jasy M





Tabla 6-17. Valoración de la calidad hidromorfológica del río

Clase	Puntuación	Calidad Hidromorfológica
1	> 35	Excelente
2	29 - 35	Buena
3	21 - 28	Moderada
4	11 - 20	Mala
5	0 - 10	Pésima

Fuente: Encalada et al., 2011

La calidad biológica de los hábitats acuáticos en el área de evaluación se estimó a través del ABI (índice biótico andino en inglés Andean Biotic Index). Este índice fue desarrollado para ríos altoandinos (sobre los 2000 m s.n.m.) y se obtiene sumando los valores de sensibilidad de cada familia de macroinvertebrados bentónicos (Tabla 6-18) presente en cada punto de muestreo. Cabe indicar que el índice ABI, forma parte de un protocolo de evaluación de la Calidad Ecológica de los Ríos Andinos (CERA) (Acosta et al., 2009).

Tabla 6-18. Puntajes de sensibilidad asignados a las familias de macroinvertebrados

bentónicos para la obtención del índice ABI

Orden / Clase	Familia	Puntaje	Orden / Clase	Familia	Puntaje
Turbellaria	*	5		Polycentropodidae	8
Clase Turbellaria Hirudinea Oligochaeta Gasteropoda Bivalvia Amphipoda Hydracarina Ephemeropte ra Odonata Plecoptera	*	3		Xiphocentronidae	8
Oligochaeta	*	1	Orden / Clase Familia Polycentropodidae	7	
	Ancylidae	6	Tricnoptera	Limnephilidae	7
	* 3 * 1 Ancylidae 6 Hydrobiidae 3 Limnaeidae 3 Planorbidae 3 Sphaeriidae 4 Leptophlebiidae 10 Coleoptera Perlidae 10 Calopterygidae 4 Polythoridae 10 Calopterygidae 8 Gomphidae 8 Aeshnidae 6 Coenagrionidae 6 Libellulidae 6 Perlidae 10 Gripopterygidae 10 Gripopterygidae 5 Gerridae 5 Gerridae 5 Gerridae 5	6			
Gasteropoda	Limnaeidae	3		Polycentropodidae Xiphocentronidae Glossosomatidae Limnephilidae Hydroptilidae Hydropsychidae idoptera Pyralidae Dryopidae Elmidae Hydraenidae Lampyridae Psephenidae Psephenidae Scirtidae(helodidae) Gyrinidae Dytiscidae Hydrophilidae Staphylinidae Staphylinidae Stimuliidae Tipulidae Tipulidae Ceratopogonidae Dixidae Dixidae Dolichopodidae	5
	Physidae	Polycentropodidae Xiphocentronidae Clossosomatidae Limnephilidae Limnephilidae Limnephilidae Limnephilidae Hydroptylidae Hydroptylidae Porpopidae Pryralidae Lampyridae Prephenidae Lampyridae Psephenidae Psephenidae Portidae(helodidae) Gyrinidae Portidae Portidae Portidae Prilodactylidae Scirtidae(helodidae) Gyrinidae Pryralidae Pryralidae	4		
	Planorbidae	3		Dryopidae	5
Bivalvia	Sphaeriidae	3		Elmidae	5
Amphipoda	Hyalellidae	6		Hydraenidae	5
Hydracarina		4		Lampyridae	5
	Leptophlebiidae	10		Psephenidae	5
Ephemeropte	Oligoneuridae	10	Coleoptera	Ptilodactylidae	5
phemeropte	Leptohyphidae	7		Scirtidae(helodidae)	5
	Baetidae	4		Gyrinidae	3
	Polythoridae	10		Dytiscidae	3
	Calopterygidae	8		Polycentropodidae Xiphocentronidae Glossosomatidae Limnephilidae Hydroptilidae Hydropsychidae Pyralidae Pyralidae Dryopidae Elmidae Hydraenidae Lampyridae Psephenidae Ptilodactylidae Scirtidae(helodidae) Gyrinidae Dytiscidae Hydrophilidae Staphylinidae Blepharoceridae Athericidae Simuliidae Tipulidae Ceratopogonidae Dixidae Dolichopodidae Empididae	3
04	Gomphidae	8		Staphylinidae	3
Odonata	Aeshnidae	6		Blepharoceridae	10
	Coenagrionidae	6		Athericidae	10
	Libellulidae	6		Simuliidae	5
Discontono	Perlidae	10		Tipulidae	5
Piecoptera	Gripopterygidae	10	Diptera	Ceratopogonidae	4
	Corixidae	5		Dixidae	4
Oliginal Properties Oligin	Gerridae	5		Dolichopodidae	4
Heteroptera	Naucoridae	5		Empididae	4
2	Notonectidae	5		Limoniidae	4









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

Orden / Clase	Familia	Puntaje	Orden / Clase	Familia	Puntaje
	Veliidae	5		Stratiomyidae	4
	Belostomatidae	4		Tabanidae	4
Trichoptera	Anomalopsychida e	10	i.	Psychodidae	3
	Calamoceratidae	10	i i	Chironomidae	2
	Helicopsychidae	10		Culicidae	2
	Odontoceridae	10		Ephydridae	2
	Hydrobiosidae	8		Muscidae	2
	Leptoceridae	8		Syrphidae	1
	Philopotamidae	8			

*La categoría taxonómica familia no presenta puntuación, por ende, la categoría taxonómica superior (Orden / Clase) es la que otorga la puntuación.

Fuente: Acosta et al., 2009

Para obtener el respectivo valor de calidad hidromorfológica, dichos valores fueron comparados con la siguiente escala (Tabla 6-19).

Tabla 6-19. 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	
5	< 11	Pésima	

Fuente: Acosta et al., 2009

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; y por último si es roja, es pésima. Otras combinaciones también son posibles (Tabla 6-20).

Tabla 6-20. 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: Encalada et al., 2011

Cabe indicar que los resultados de este análisis serán considerados de forma referencial, puesto que el método original exige un muestreo cualitativo que considere todos los hábitats encontrados en el punto de muestreo, lo cual no se realizó por cuestiones logísticas. Sin embargo, dada la relativa homogeneidad de hábitats de los ambientes evaluados y la intensidad del muestreo, estos resultados pueden constituir una buena aproximación de calidad ecológica para los cuerpos de agua evaluados durante ambas épocas (agosto 2017 y marzo 2018).











Adicionalmente, para estimar el grado de perturbación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, se recategorizarán las especies registradas a grupos bioindicadores, definidos referencialmente a partir de la clasificación de familias del índice ABI (Acosta et al., 2009), considerando tres grupos: el primero corresponde a las especies que se agrupan dentro de familias sensibles, que presentan un alto nivel de sensibilidad según las categorías del ABI (entre 8 y 10); el segundo grupo corresponde a las especies que se agrupan dentro de familias facultativas, que según las condiciones pueden tener un grado intermedio de sensibilidad/tolerancia (entre 4 y 7); finalmente, el tercer grupo comprende a las especies que se agrupan dentro de familias tolerantes, que presentan un bajo nivel de sensibilidad (entre 1 y 3).

6.3.6.5. Relación de las comunidades hidrobiológicas con variables no biológicos mediante la aplicación de análisis estadísticos multivariados

Análisis de componentes principales (ACP)

Para determinar el gradiente de presiones que afecta a las comunidades hidrobiológicas en el área de influencia del proyecto minero Utunsa, se realizó el análisis de componentes principales (ACP) de las variables ambientales no biológicas pertenecientes a los componentes agua superficial y sedimento. Estas variables correspondieron unicamente a la época húmeda (marzo 2018), época en la cual se evaluaron ambos componentes. El ACP tuvo como finalidad reducir el número de variables ambientales no biológicas pertenecientes a los componentes agua superficial y sedimento que serán relacionadas con las especies (variables ambientales biológicas) de las comunidades del perifiton (microalgas) y de los macroinvertebrados bentónicos con el análisis de correspondencia canónica (ACC).

Se realizó el ACP de las variables ambientales no biológicas consideradas en el ECA para agua categoría 3, subcategorías D1 y D2 (D.S. N.º 015-2015-MINAM y D.S. N.º 004-2017-MINAM). Dentro de estas variables tenemos a: potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), cloruros, aceites y grasas, sulfatos, bicarbonatos y cianuro WAD; asimismo se consideraron parámetros inorgánicos correspondiente a la concentración de metales totales como son aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), boro (Bo), cadmio (Cd), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), selenio (Se) y zinc (Zn).

Complementariamente se realizó el ACP de las variables ambientales no biológicas consideradas en la guía canadiense para sedimentos de aguas continentales (en inglés Canadian Environmental Quality Guidelines - CEQG, 2002 Sediment Quality Guidelines for Protection of Aquatic Life - Fresh water). Dentro de estas variables tenemos a: arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), cromo (Cr), hierro (Fe), mercurio (Hg), plomo (Pb) y zinc (Zn). Adicionalmente se consideró el pH del sedimento.

Aquellas variables cuyos datos fueron repetitivos se eliminaron del análisis por ser redundantes y no presentar variabilidad. El ACP se realizó mediante el programa estadístico TANAGRA (Rakotomalala, 2005), utilizando la función rotación Varimax, el cual permite conseguir que la correlación de cada una de las variables











sea lo más próxima a la unidad con solo uno de los factores y próxima a cero con todos los demás.

Análisis de correspondencia canónica (ACC)

Ministerio

Para determinar la relación entre las especies (variables ambientales biológicas) con las variables ambientales no biológicas pertenecientes a los componentes aqua superficial y sedimento en el área de influencia del proyecto minero Utunsa. se realizó el análisis de correspondencia canónica (ACC) utilizando el programa estadístico PAST (Hammer et al., 2001). Tal como se indicó en el ACP, estas variables correspondieron a la época húmeda (marzo 2018), ya que en esa época se evaluaron las variables ambientales no biológicas pertenecientes a los componentes agua superficial y sedimento.

Para el análisis fueron seleccionadas aquellas especies de las comunidades hidrobiológicas del perifiton (microalgas) y de los macroinvertebrados bentónicos que presentaron una abundancia relativa (A.R.) ≥ 3 y/o una frecuencia relativa (F.R.) ≥ 40 con relación al total de puntos evaluados por zonas de evaluación en el área de influencia del proyecto minero Utunsa. Cabe mencionar que el total de datos fueron transformados a Log (x+1). Por otro lado, las variables ambientales no biológicas utilizadas, fueron las seleccionadas en el primer componente del ACP.

Calidad de aire 6.4

En los parrafos siguientes se presenta información acerca del monitoreo realizado para evaluar la calidad del componente aire, como: guía utilizada para la evaluación, ubicación de los puntos, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados, aseguramiento de la calidad y criterios de comparación.

Guías utilizadas para la evaluación

Los métodos y criterios utilizados para el monitoreo ambiental de la calidad del aire fueron los descritos en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos de la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa)20. Este protocolo establece los procedimientos y criterios técnicos para la instalación y operación de sistemás de monitoreo de calidad de aire, así como el manejo de los datos una vez colectados.

A fin de conocer cualitativamente el estado de calidad de aire en las zonas donde se desarrolló el monitoreo de calidad de aire, los resultados del parámetro atmosférico PM10 fueron contrastados con el Índice de Calidad del Aire (INCA), establecido mediante Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM. Cabe resaltar que el INCA fue elaborado en base al Decreto Supremo N° 074-2001-PCM en el caso del parámetro PM10 y no con el vigente Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. En la Tabla 6-21 se aprecia los cálculos de los Índices de Calidad del Aire (INCA) para el parámetro PM10, y la Tabla 6-22 contiene la calificación del INCA según el color que corresponda.

El Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Gestión de Datos fue aprobado el 7 de setiembre de 2005, mediante Resolución Directoral Nº 1404/2005/DIGESA/SA. Dirección General de Salud Ambiental (Digesa).





Tabla 6-21. Cálculo del índice de calidad del aire para PM10

Ma	aterial particulado (PM ₁₀) promedi	io 24 horas	
Intervalo del INCA	Intervalo de Concentraciones (µg/m³)	Ecuación	
0-50	0 – 75	-	
51 – 100	76 – 150		
101 – 167	151 – 250	$I(PM_{10}) = [PM_{10}] * 100/150$	
>167	>250		

R.M. N°181-2016-MINAM «Se establece el índice de Calidad del Aire».

Tabla 6-22. Calificación del índice de calidad del aire según color

Calificación	Valores del INCA	Colores
Buena	0-50	Verde
Moderada	51-100	Amarillo
Mala	101-VUEC*	Anaranjado
>VUEC*	>VUEC*	Rojo

*VUEC: Valor umbral del estado de cuidado

R.M. N°181-2016-MINAM «Se establece el índice de Calidad del Aire».

Para nombrar a los vientos de acuerdo a sus velocidades, el cual permitirá conocer los efectos que estos puedan tener en la tierra (y el mar) según esta denominación, se utilizará la escala anemométrica de Beaufort (Tabla 23).

Tabla 6-23. Escala anemométrica de Beaufort, para la denominación de las velocidades de viento

hûmers dê Beaufort	vessciaad del viessa (km/h)	Musica (milias náuticas/h)	Denominación	Aspecto de la mar	Efectos en tilerra	
Q	00 a 01	< 1	Caima	Espejado	Calma, el humo asciende verticalmente	
1	02 a 05	1 a 3	Ventolina	Pequeñas olas, pero sin espuma	El humo indica la dirección del viento	
2	06 ± 11	4 2 6	Flojito (Brisa muy débil)	Crestas de apariencia vitrea, sin romper	Se mueyen las hojas de los árboles emplezan a moyerse los motinos	
3	12 : 19	7 5 10	Filojo (Brisa débil)	Pequeñas olas, crestas rompientes.	Se agitan las hojas, ondulan las banderas	
A	20 a 2E	11 2 15	Bonancible (Brisa moderada)	Borreguillos numerosos, clas cada vez más largas	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles	
5	29 a 38	17 a 21	Fresquito (Brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes	Fequeños movimientos de los árbales superficie de los lagos andulada	
6	39 a 49	22 a 27	Fresco (Brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma	Se mueven las ramas de los ártoles dificultad para mantener abierto e paraquas	
7	50 a 61	28 a 33	Frescachón (Viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento	
3	62 a 74	34 2 40	Temporal (Viento duro)	Grandes olas rompientes, franjas de espuma	Se quiebran las copas de los árboles circulación de personas dificultosa	
9	75 a 85	41 4 47	Temporal fuerts (Muy duro)	Olas muy grandes, romplentes. Visibilidad mermada	Daños en árboles, imposible andar contra el yiento	
10	89 a 192	48 4 55	Temporal duro (Temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenachadas, Superficie del mar blanca,	Árboles arrancados, daños en le estructura de las espisariociones	
11	103 a 117	56 a 63	Temporal muy duro (Borrasca)	Olas excepcionalmente grandes, mar completamente bianca, visibilidad muy reducida	Estragos abundantes en construccione tejados y árboles	
12	118 y más	64 a 71>	Temporal huracanado (Huracán)	El aire está lieno de espuma y rociones. Enorme oleaje, Visibilidad casi nula	Destrucción sotal	







6.4.2 Ubicación de puntos

Ministerio

del Ambiente

En total se determinaron cuatro puntos de muestreo de la calidad del aire los cuales fueron ubicados, considerando la dirección del viento y la ubicación de las futuras fuentes generadoras de emisiones gaseosas y de material particulado, así como poblados cercanos.

En la presente EAT se realizó la evaluación de la calidad de aire a una escala local. debido a que los puntos evaluados se encontraron en un rango de 0,5 a 4,0 km aproximadamente. La ubicación y descripción de los puntos de muestreo se presentan en la Tabla 6-24 y en el mapa del Anexo 3. Las características del entorno son mostradas en el registro fotográfico del Anexo 3.

Tabla 6-24. Ubicación de los puntos de muestreo de calidad del aire en el área de influencia del PM Utunsa

Cádigo	The same of the sa	ordenadas U S 84 - Zona		Descripción			
Código	Este	Norte	Altitud m s.n.m	Descripcion			
AIR-UTUN	793335	8402788	4558	Ladera del cerro Utunsa, aproximadamente a 400 m al sur de la laguna Angascocha.			
AIR-SAY	790948	8403939	4593	Cerro Saywachayoj Loma, aproximadamente a 500 m al este de la laguna Pistoro.			
AIR-PISCO	795015	8405215	4303	Poblado de Piscocalla, aproximadamente a 100 m al suroeste de la casa del señor Elías Hanampa.			
AIR-HATUN	795581	8408644	4060	Poblado de Hatun Rumiyoc, aproximadamente a 150 m al este del colegio.			



6.4.3 Parámetros y métodos de análisis

Los parámetros evaluados fueron: material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM₁₀), y metales en el PM₁₀. La determinación analítica de los metales en el PM₁₀ se realizó en el laboratorio acreditado Environmental Testing Laboratory S.A.C., utilizando un espectrómetro de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente (espectrómetro ICP). Los métodos de ensayo son descritos en la Tabla 6-25.

Tabla 6-25. Métodos de ensavo utilizado para calidad del aire

Parámetros	Método de ensayo de referencia	Laboratorio
PM ₁₀ (Alto Volumen)	NTP 900.030	Favirance and Tasking Laborators C A C
Metales Totales en PM ₁₀	EPA IO-3.4 1999	Environmental Testing Laboratory S.A.C.

6.4.4 Equipos utilizados

Se utilizó un Venturi marca Thermo Scientific para el monitoreo del PM₁₀ y una estación meteorológica para el registro de datos de velocidad y dirección del viento, temperatura ambiental, húmedad relativa y presión barométrica en el área de influencia del PM Utunsa. La descripción de los equipos usados en el monitoreo y certificados de calibración se encuentran en el Anexo 3.



6.4.5 Aseguramiento de la calidad

Para el aseguramiento de la calidad del muestreo se realizó mediante el uso del blanco campo para el parámetro de metales totales.

Criterios de comparación

De acuerdo con el primer ITS aprobado para el proyecto minero Utunsa, se consideró como normativa aplicable los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 074-2001-PCM. En ese sentido los resultados analíticos de todos los puntos evaluados fueron comparados con estos estándares.

Adicionalmente, los resultados fueron comparados referencialmente con los ECA para aire aprobado mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM (actualmente vigente). Los resultados de los metales obtenidos en el PM₁₀, se compararon referencialmente con los Criterios de Calidad Ambiental del Aire de Ontario - Canadá (AAQC)21 para 24 horas, esto debido a que actualmente no se cuenta con una normativa nacional para metales en PM₁₀ para 24 horas. En la Tabla 6-26, se presta las normativas de comparación.

Tabla 6-26. Estándares de comparación de la calidad del aire

Parámetro	Período	Valor (µg/m³)	Norma
Material particulado menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	150	Decreto Supremo N° 074-2001-PCM
Material particulado menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM
Metales en PM ₁₀ - Bario - Cobre - Aluminio - Manganeso	24 horas	10,0 50,0 - 0,20	AAQC



MAY SYX

Flora silvestre 6.5

En esta sección se proporciona la información concerniente a la metodología a utilizar para la evaluación de la flora silvestre de los ecosistemás frágiles22 (bofedales y lagunas), como guía utilizada para la evaluación, ubicación de zonas evaluadas, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados y procesamiento de datos.

6.5.1 Guías utilizadas para la evaluación

Para la evaluación de flora silvestre en los ecosistemás frágiles alrededor del provecto minero Utunsa se consideró la metodología de transectos denominado «punto de intersección», establecido en el «Manual de Métodos Básicos de

Los Criterios de Calidad Ambiental del Aire de Ontario AAQC (versión de abril 2012) fueron desarrollados por el Ministerio del Ambiente de Ontario y en ellos se establecen estándares para un gran número de agentes tóxicos del aire. El AAQC se define como la concentración deseable de un contaminante en el aire, basado en la protección contra los efectos adversos a la salud y el ambiente. El término «ambiente» es usado para reflejar la calidad del aire en general, independientemente de la ubicación o la fuente de un contaminante.

Un ecosistema frágil es un ambiente con características o recursos singulares con baja resiliencia e inestable ante eventos impactantes de naturaleza antropogénica, que produce en el mismo, una profunda alteración en su estructura y su composición. Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (Decreto Supremo Nº 009-2013-MINAGRI).



Ministerio

del Ambiente

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

Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal» (Mostacedo & Fredericksen 2000), debido a que es la metodología considerada como más apropiada para evaluar en formaciones vegetales como los presentados en el área de estudio. También se utilizó los lineamientos establecidos en la «Guía de inventario de la flora y vegetación»²³ publicada y aprobada por el Ministerio del Ambiente en el 2015 (Tabla 6-27).

Tabla 6-27. Documentos utilizados para caracterizar flora silvestre

Componente ambiental	Protocolo	País	Institución	Dispositivo legal	Año
	Guía de inventario de la flora y vegetación del Ministerio del Ambiente	Perú	Minam	R.M. N° 059- 2015-MINAM	2015
Flora silvestre	Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.	Bolivia	Bolfor	Mostacedo y Fredericksen	2000

6.5.2 Ubicación de zonas evaluadas

Los transectos de muestreo fueron ubicados sobre lugares que presentaron la cobertura vegetal típica de la formación vegetal en estudio (bofedal, pajonal, roquedal entre otras). Durante este estudio se evaluaron 78 transectos de muestreo ubicadas en 12 zonas de evaluación de ecosistemas frágiles (2 lagunas y 10 bofedales). En la Tabla 6-28 se presentan los transectos evaluados.



A HO DE HUS MY

Guía de inventario de la flora y vegetación del Ministerio del Ambiente, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 059-2015-MINAM por la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente – MINAM. 2015. 21-31 pp.



Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambien

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

Tabla 6-28. Ubicación de los transectos evaluados para flora silvestre

Zona	Código		Altitud	Coorde	enadas UT 1	M WGS8 BL	4 – Zona	Formación			
/ EF	final T. Definitivo	Fecha	(m s. n. m.)	In	Inicio		Final		Descripción		
	Demilitivo		11. 111.)	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)				
							Microcue	enca Huayllan			
	FLb1	24/03/2018	4530	790943	8405661	790937	8405680	Bofedal	Parte alta de la quebrada Huayllani, 300 m al sur del punto de muestreo de calidad de agua «QHuay1»		
	FLb2	24/03/2018	4533	790830	8405823	790840	8405837	Bofedal	Parte alta de la quebrada Huayllani, a 150 m aguas arriba del punto de muestreo de calidad de agua «QHuay1»		
	FLb3	24/03/2018	4529	791174	8405883	791172	8405901	Bofedal	Parte alta de la quebrada Huayllani, a 250 m al este del punto de muestreo de calidad de agua «QHuay1»		
EF1	FLb4	24/03/2018	4531	791384	8405987	791402	8405977	Bofedal	Parte alta de la quebrada Huayllani, a 250 m al sur del punto de muestreo de calidad de agua «QSNHuay1A»		
	FLr1	24/03/2018	4545	791200	8405641	791154	8405626	Roquedal	Roquedal asociado al EF1 en la parte alta de la quebrada Hua en la ladera norte del cerro Surimana.		
	FLr2	24/03/2018	4543	791049	8406205	791091	8406242	Roquedal	Roquedal en la parte alta de la quebrada Huayllani, aproximadamente a 400 m al oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QSNHuay1A»		
	FLb1	24/03/2018	4570	791205	8406851	791216	8406867	Bofedal	Parte alta de la quebrada Huayllani, en la ladera sur oeste del cerro Parjacancha, en el sector de Huayllani q'ucho.		
	FLb2	24/03/2018	4577	791095	8406868	791080	8406888	Bofedal	Parte alta de la quebrada Huayllani, al margen derecho del afloramiento de agua en el sector de Huayllani q'ucho.		
EF2	FLb3	24/03/2018	4579	791167	8406787	791161	8406768	Bofedal	Parte alta de la quebrada Huayllani, a 300 m aguas arriba del punto de muestreo de calidad de agua «QSNHuay1»		
	FLr1	24/03/2018	4590	790999	8406924	791036	8406960	Roquedal	Roquedal en la parte alta de la quebrada Huayllani, en la ladera sur oeste del cerro Parjacancha, en el sector de Huayllani q'ucho.		
	FLr2	24/03/2018	4587	791233	8406988	791282	8406972	Roquedal	Roquedal en la parte alta de la quebrada Huayllani, en la ladera oriental del cerro Chachacomani, en el sector de Huayllani q'ucho.		
	FLb1	22/03/2018	4468	793280	8405354	793284	8405375	Bofedal	Parte alta de la quebrada Surimana (Colpapampa), a 150 m al sur este del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1A»		
EF4	FLb2	22/03/2018	4465	793344	8405404	793329	8405419	Bofedal	Parte alta de la quebrada Surimana (Colpapampa), a 160 m al sur este del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1A»		
	FLb3	22/03/2018	4469	793422	8405493	793407	8405492	Bofedal	Parte alta de la quebrada Surimana (Colpapampa), a 220 m al este del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1A»		





Zona	Código		Altitud	Coorde	enadas UTI 18	M WGS84 BL	4 – Zona	Formación	CLE CREATE TO GE LUTE PRODUCTION OF THE STATE OF THE STAT
/EF	final T. Definitivo	Fecha	(m s. n. m.)	Inicio		Final		vegetal	Descripción
	Dellillillivo		11. 111.)	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		
	FLb4	22/03/2018	4460	793355	8405496	793371	8405509	Bofedal	Parte alta de la quebrada Surimana (Colpapampa), a 170 m al este del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1A»
	FLb5	22/03/2018	4457	793468	8405574	793488	8405579	Bofedal	Parte alta de la quebrada Surimana (Colpapampa), a 300 m al sur oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1-AB»
	FLb6	22/03/2018	4462	793243	8405423	793257	8405438	Bofedal	Parte alta de la quebrada Surimana (Colpapampa), a 75 m al sur este del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1A»
-	FLb7	22/03/2018	4465	793282	8405489	793274	8405505	Bofedal	Parte alta de la quebrada Surimana (Colpapampa), a 85 m al este del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1A»
	FLb8	22/03/2018	4470	793312	8405542	793324	8405556	Bofedal	Parte alta de la quebrada Surimana (Colpapampa), a 140 m al nor este del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1A»
	FLb9	22/03/2018	4465	793364	8405581	793382	8405593	Bofedal	Parte alta de la quebrada Surimana (Colpapampa), a 200 m al nor este del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1A»
	FLp1	22/03/2018	4479	793603	8405564	793611	8405515	Pajonal	Pajonal en la ladera nor oeste del cerro Huiscachane, a 200 m al sur oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1-AB»
	FLp2	22/03/2018	4480	793545	8405385	793503	8405356	Pajonal	Pajonal en la parte alta de la quebrada Surimana, en la ladera nor oeste del cerro Huiscachane, a 350 m al oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1A»
	FLr1	22/03/2018	4489	793481	8405780	793432	8405765	Roquedal	Roquedal en la parte alta de la quebrada Surimana, a 260 m al oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1-AB»
	FLr2	22/03/2018	4479	793293	8405733	793247	8405723	Roquedal	Roquedal en la parte alta de la quebrada Surimana, a 250 m al norte del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1A»
	FLb1	23/03/2018	4335	793378	8406248	793395	8406261	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Huayllani, en el sector Apacayuq cucho, a 130 metros al sur del punto de muestreo de calidad de agua «QHuay2A»
EF5	FLb2	23/03/2018	4325	793517	8406299	793527	8406303	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Huayllani, en el sector Apacayuq cucho, a 125 metros al sur este del punto de muestreo de calidad de agua «QHuay2A»
	FLb3	23/03/2018	4339	793268	8406285	793287	8406287	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Huayllani, en el sector Apacayuq cucho, a 170 metros al sur del punto de muestreo de calidad de agua «QHuay2A»



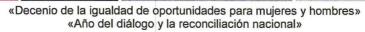
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambien

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

Zo	na	Código		Altitud	Coorde	enadas UT 18	M WGS84 BL	4 – Zona	Formación	
/ E		final T. Definitivo	Fecha	(m s. n. m.)	In	icio	Final		vegetal	Descripción
Ž		Deminitivo		11. 111.)	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		
		FLb4	23/03/2018	4436	793481	8406360	793501	8406368	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Huayllani, en el sector Apacayuq cucho, a 80 metros al este del punto de muestreo de calidad de agua «QHuay2A»
		FLb1	23/03/2018	4576	793607	8405695	793625	8405701	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Surimana, a 120 m al sur oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1-AB»
		FLb2	23/03/2018	4575	793726	8405767	793736	8405749	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Surimana, a 5 m al este del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1-AB»
		FLb3	23/03/2018	4570	793882	8405853	793895	8405866	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Surimana, a 50 m al este del manante «M.Surimana»
		FLb4	23/03/2018	4573	794049	8405950	794065	8405937	Bofedal	A 120 m aguas arriba del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1»
EF	-6	FLb5	23/03/2018	4571	793799	8405705	793805	8405725	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Surimana, a 20 m al sur este del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1-AB»
		FLb6	23/03/2018	4567	794024	8405830	794017	8405848	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Surimana, a 190 m al este del manante «M.Surimana»
		FLp1	23/03/2018	4569	793638	8405621	793690	8405624	Pajonal	Pajonal en la ladera nor oeste del cerro Huiscachane, a 140 m al sur del punto de muestreo de calidad de agua «QSuri1-AB»
		FLp2	23/03/2018	4570	794029	8405619	794076	8405639	Pajonal	Pajonal en la ladera nor este del cerro Huiscachane, detrás de una cabaña.
		FLr1	23/03/2018	4567	793768	8405905	793720	8405906	Roquedal	Roquedal al margen izquierdo de la quebrada Surimana, a 75 m al nor oeste del manante «M.Surimana»
		FLb1	27/03/2018	4439	792667	8406117	792657	8406095	Bofedal	Al margen izquierdo del bofedal cercano al futuro PAD de lixiviación, a 250 m parte arriba del punto de muestreo: manante «Manan1»
E	F9	FLb2	27/03/2018	4445	792645	8406036	792651	8406013	Bofedal	En el bofedal cerca al futuro PAD de lixiviación, a 150 m parte arriba del punto de muestreo: manante «Manan1»
		FLb3	27/03/2018	4440	792759	8406023	792777	8406027	Bofedal	Al margen derecho del bofedal cercano al futuro PAD de lixiviación, a 250 m parte arriba del punto de muestreo: manante «Manan1»
E	10	FLb1	27/03/2018	4406	792177	8406349	792199	8406362	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Huayllani, a 370 m al oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QHuay2»
	EF10	FLb2	27/03/2018	4400	792149	8406537	792150	8406557	Bofedal	Al margen izquierdo de la quebrada Huayllani, a 460 m al nor oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QHuay2»





Zona	Código		Altitud	Coorde	enadas UTI 18		4 – Zona	Formación						
/ EF	final T. Definitivo	Fecha	(m s. n. m.)	Inicio		Final		vegetal	Descripción					
A KOLO	Delilillivo			Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)							
	FLb3	27/03/2018	4410	792381	8406349	792400	8406354	Bofedal	Al margen izquierdo de la quebrada Huayllani, a 180 m aguas arriba del punto de muestreo de calidad de agua «QHuay2»					
	FLr1	27/03/2018	4421	792289	8406210	792139	8406205	Roquedal	Roquedal por debajo del futuro PAD de lixiviación en la quebrada de Huayllani, a 320 m al sur oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QHuay2»					
010	FLr2	27/03/2018	4423	792480	8406189	792531	8406185	Roquedal	Roquedal por debajo del futuro PAD de lixiviación en la quebrada de Huayllani, a 190 m al sur del punto de muestreo de calidad de agua «QHuay2»					
	Microcuenca Yahuarmayo													
	FLb1	28/03/2018	4306	791053	8402762	791068	8402754	Bofedal	En la quebrada Yahuarmayo, en la intersección de la quebrada Local con el agua que descarga la laguna Pistoro, a 35 m del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu1A»					
	FLb2	28/03/2018	4312	791129	8402682	791139	8402702	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Yahuarmayo, en la intersección de la quebrada Local con el agua que descarga la laguna Pistoro, a 85 m al sur del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu1A»					
	FLb3	28/03/2018	4321	791851	8402405	791867	8402395	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Yahuarmayo, a aproximadamente 800 m aguas arriba del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu1-AB»					
EF3	FLb4	28/03/2018	4307	791992	8402366	791990	8402348	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Yahuarmayo, a aproximadamente 700 m aguas arriba del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu1-AB»					
	FLb5	28/03/2018	4302	792057	8402209	792069	8402226	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Yahuarmayo, a aproximadamente 550 m aguas arriba del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu1-AB»					
	FLb6	28/03/2018	4311	792335	8402210	792337	8402189	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Yahuarmayo, a aproximadamente 320 m aguas arriba del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu1-AB»					
	FLb7	28/03/2018	4304	792415	8401945	792424	8402967	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Yahuarmayo, a 130 m al oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu1-AB»					
	FLb8	28/03/2018	4318	792662	8401943	792425	8401962	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Yahuarmayo, a 100 m al este del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu1-AB»					





Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Directoi en ele Evaluación Ambiente

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

Zona	Código		Altitud				4 – Zona	Formación	
	final T. Definitivo	Fecha	(m s. n. m.)	In	icio	Final		vegetal	Descripción
/EF	Deminityo		11. 111.7	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		
	FLb9	28/03/2018	4317	792795	8401702	792807	8401708	Bofedal	150 m aguas abajo del punto de muestreo de calidad de agua «QSNYahu1» en el afluente por el lado sur de la quebrada Yahuarmayo.
	FLp1	28/03/2018	4320	791058	8402623	791090	8402588	Pajonal	Pajonal al margen derecho de la quebrada Yahuarmayo, a 150 m al sur del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu1A»
	FLr1	28/03/2018	4329	792755	8402114	792723	8402151	Roquedal	Roquedal al margen izquierdo de la quebrada Yahuarmayo, a 270 m al nor este del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu1-AB»
	FLr2	28/03/2018	4325	792409	8402308	792358	8402322	Roquedal	Roquedal al margen izquierdo de la quebrada Yahuarmayo, a aproximadamente 400 m al nor oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu1-AB»
	FLb1	29/03/2018	4295	793060	8401583	793071	8401594	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Yahuarmayo, a 280 m al sur oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu2»
	FLb2	29/03/2018	4300	793609	8401666	793592	8401675	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Yahuarmayo, a 270 m al este del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu2»
	FLb3	29/03/2018	4314	793311	8401716	793323	8401734	Bofedal	Al margen izquierdo de la quebrada Yahuarmayo, a 15 m punto de muestreo de calidad de agua «QYahu2»
EF7	FLb4	29/03/2018	4290	793878	8401783	793878	8401764	Bofedal	Al margen izquierdo de la quebrada Yahuarmayo, a 320 m aguas arriba del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu3-AB»
	FLb5	29/03/2018	4289	794036	8401483	794057	8401475	Bofedal	Al margen derecho de la quebrada Yahuarmayo, a 150 m al sur oeste del punto de muestreo de calidad de agua «QYahu3-AB»
	FLp1	29/03/2018	4317	793617	8402100	793644	8402063	Pajonal	Pajonal al borde de la laguna Puccacocha, en la quebrada de Yahuarmayo
	FLr1	29/03/2018	4326	793919	8401973	793966	8401953	Roquedal	Roquedal al margen izquierdo de la quebrada de Yahuarmayo, a 300 metros al este de la laguna Puccacocha
	FLr2	29/03/2018	4312	793505	8401294	793559	8401285	Roquedal	Roquedal al margen derecho de la quebrada Yahuarmayo, frente a la laguna Puccacocha y a las espaldas de una cabaña
EF8	FLla1	25/03/2018	4430	790600	8403234	790659	8403195	Vegetación de borde de laguna	Al borde de la laguna Pistoro, a 100 m de su descarga o salida (inicio de la quebrada Yahuarmayo).
EFO	FLIa2	25/03/2018	4433	790294	8403173	790244	8403184	Vegetación de borde de laguna	Ubicado en el borde oeste de la laguna Pistoro



Zona	Código		Altitud	Coorde	enadas UTI 18	M WGS8 BL	4 – Zona	Formación		
/ EF	final T. Definitivo	Fecha	(m s.	In	icio	Final		vegetal	Descripción	
	Delinitivo		n. m.)	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)			
	FLIa3	25/03/2018	4431	790033	8403315	790003	8403357	Vegetación de borde de laguna	Ubicado al borde oeste de la laguna Pistoro, a 25 m de la quebrada sin nombre (afluente por el lado oeste de la laguna Pistoro.	
	FLIa4	25/03/2018	4433	790104	8403655	790150	8403663	Vegetación de borde de laguna	Ubicado al norte de la laguna Pistoro, al margen izquierdo de la desembocadura de la quebrada Pacchataccona.	
	FLIa5	25/03/2018	4436	790463	8403629	790506	8403604	Vegetación de borde de laguna	Ubicado al borde de la laguna Pistoro, en el margen izquierdo de la desembocadura de la quebrada Pocaloma Huaycco.	
	FLIa6	25/03/2018	4432	790511	8403387	790559	8403376	Vegetación de borde de laguna	Ubicado en el borde sur de la laguna Pistoro	
						Mic	rocuenca (Chicorume - I	Pallani	
	FLp1	26/03/2018	4456	793310	8403243	793332	8403205	Pajonal	A 50 m de la desembocadura de la laguna Angascocha, e inicio de la quebrada Pallani.	
EF12	FLb1	26/03/2018	4461	793396	8403109	793394	8403091	Bofedal	A 100 m aguas abajo de la desembocadura de la laguna Angascocha.	
	FLr1	26/03/2018	4479	793181	8403277	793236	8403286	Roquedal	Roquedal al norte de la laguna Angascocha	
	FLr2	26/03/2018	4475	793176	8403079	793197	8403110	Roquedal	Roquedal en el lado sur oeste de la laguna Angascocha	
	FLb1	28/03/2018	4460	792901	8404613	792917	8404631	Bofedal	Quebrada Utunsa, a 150 m antes de la confluencia con la quebrada Colpahuayco.	
EF13	FLb2	28/03/2018	4468	793050	8404825	793069	8404812	Bofedal	Quebrada Colpahuayco, después de la confluencia de la quebrada Utunsa con la quebrada Parca Orjo.	
	FLb3	28/03/2018	4463	793245	8404827	793253	8404831	Bofedal	Quebrada Colpahuayco, a 300 m de la confluencia de la quebrada Utunsa con la quebrada Parca Orjo.	



6.5.3 Parámetros y métodos de análisis

Se realizó la identificación taxonómica de la composición florística silvestre en ecosistemás frágiles en el área evaluación.

6.5.4 Equipos y materiales utilizados

En el Anexo 7, se describen los equipos empleados para la evaluación de flora silvestre en ecosistemás frágiles dentro del área de evaluación.

6.5.5 Procesamiento de datos

Se realizó el análisis de delimitación de las formaciones vegetales, determinación de especies, riqueza de especies, diversidad de especies, abundancia, equidad, curva de acumulación de especies, especies endémicas y el análisis multivariado; los cuales se detallan a continuación:

6.6.5.1. Delimitación de las formaciones vegetales

Para la identificación de las formaciones vegetales presente en el área de estudio, se tomó en cuenta la fisionomía de las plantas, la cual toma en cuenta las formás de vida que predominan o son más conspicuas en las comunidades (Gonzales, 2004; Weberbauer, 1945).

6.6.5.2. Determinación de especies

Las muestras colectadas fueron analizadas en el Laboratorio de Florística del Museo de Historia Natural, mediante el uso claves especializadas como las de Macbride et al. (1936); Ferreyra (1944 y 1946); Molau (1990); Sagástegui & Leiva (1993); Tovar (1993); entre otros. Además, las determinaciones fueron corroboradas cuando fue necesario con consulta a especialista, comparación con muestras del Herbario San Marcos (UNMSM) y base de datos de herbarios virtuales como las del Missouri Botanical Garden (MO) y Field Museum Herbarium (F).

Para el ordenamiento de especies de angiospermás se utilizó el Sistema de Clasificación del Angiosperm Phylogeny Group III (APG III) y para los pteridofitos y afines el Sistema de Clasificación propuesto por Smith et al. (2006).

A continuación, se detallan los criterios de análisis (índices biológicos) utilizados:

a. Riqueza de especies (d)

Representa el número de especies en una unidad muestral, un número específico de individuos, área o biomasa. Si es expresada por unidad de área, es conocida como la densidad de la especie.

$$d = (S - 1)/\log N \tag{6.6}$$

Dónde:

d = riqueza de especies o número de especies

S = número de especies presentes.

N = número total de individuos presentes









b. Índice de Shannon-Wiener (H)

El índice de Shannon-Wiener, también conocido como función Shannon-Wiener, mide la diversidad de especies mediante el uso de la Teoría de la Información (Shannon 1948). Se emplea como indicador del comportamiento del ecosistema o la organización a la que ha llegado el ecosistema, también mide las perturbaciones o desorganización del mismo ecosistema.

La diversidad específica de una comunidad depende del número de especies, que se puede llamar riqueza y la abundancia relativa de las especies, llamada generalmente equidad.

$$H = -\sum p_i Log^2 p_i \tag{6.7}$$

Dónde:

H = diversidad (bits/individuo) pi = ni / N = frecuencia de ocurrencia de la especie i N= Σni = número total de individuos registrados en el transecto

c. Índice de dominancia de Simpson (1-D)

Utilizado para hallar la diversidad de las especies. Muestra la probabilidad de que dos individuos dentro de una comunidad sean de la misma especie al ser tomados al azar.

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{s} (p_i)^2 \tag{6.8}$$

Dónde:

D = Índice de diversidad de Simpson.

pi = Proporción de individuos del taxón «i» en la comunidad

s = El número total de especies.

El índice de Simpson da menor peso a especies raras y mayor peso a especies más comunes. El rango de valores rige desde 0 (baja diversidad) a un máximo de 1-1/s.

d. Equidad (E)

Mide la tendencia de las especies a presentarse de manera igualmente frecuente. Una alta equidad ocurre cuando las especies son igualmente frecuentes en la comunidad (Odum, 1972). De modo contrario, la dominancia implica que unas cuantas especies (o una sola especie) presentan un mayor número de individuos, mientras que la mayoría de las especies presentan bajo número de individuos.

La riqueza (d) y el índice de Shannon-Wiener (H') nos permiten calcular la medida de uniformidad E, expresada como la relación entre diversidad



The Good of the









observada (H') y diversidad máxima (log2 d). Para tal efecto, la fórmula utilizada

$$E = \frac{H}{Hmax} = \frac{H}{Log_2 d} \tag{6.9}$$

Donde:

E: medida de uniformidad H': diversidad observada (H') log₂ d: diversidad máxima

e. Índice de similaridad de Jaccard

Los coeficientes de similaridad han sido utilizados, especialmente para comparar comunidades con atributos similares. Los índices de similaridad pueden ser calculados en base a datos cualitativos (presencia/ausencia) o cuantitativos (abundancia) (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

El índice de similaridad de Jaccard, expresa la semejanza entre dos muestras solo considerando la riqueza de especies. Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas.

La expresión utilizada es:

$$j = \frac{c}{a+b-c} \tag{6.10}$$

Dónde:

a = número de especies presentes en el sitio A;

b = número de especies presentes en el sitio B;

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

f. Cobertura vegetal

La cobertura de una especie es la proporción del terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada y sirve para determinar la dominancia de las especies (Matteucci & Colma, 1982).

Cobertura vegetal=
$$\frac{N^{\circ} \text{ toque por especie}}{N^{\circ} \text{ toques totales}} \times 100$$
 (6.11)

Los índices de diversidad, riqueza y equidad fueron obtenidos mediante la utilización del programa PAST v1.3 (Hammer et al., 2001).









6.6.5.3. Curva de acumulación de especies

Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es por esto que, en una gráfica de curvas de acumulación, el eje «y» es definido por el número de especies acumuladas y el «x» por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo (Villarreal et al., 2006).

Para evaluar el muestreo realizado se usó el modelo de Clench, el cual predice la riqueza total y el esfuerzo requerido para añadir un número determinado de especies a la muestra (Clench, 1979). Esto se realiza con el valor del número de especies al cual una curva de acumulación de especies alcanza la asíntota (Soberón & Llorente, 1993).

El modelo se ajusta a una regresión no linear, con dos parámetros, usando el algoritmo Quasi-Newton. Se utilizaron los programás EstimateS Win 8.20 y Statistica 7.

6.6.5.4. Especies de interés para la conservación

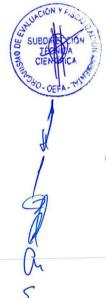
Para determinar el estado de las especies en estado de conservación registradas en el área de estudio se determinó su presencia o ausencia en tres listas de conservación, dos a nivel internacional y una a nivel nacional. Para el nivel internacional: la lista roja de especies amenazadas del *International Union for the Conservation of Nature* (IUCN, 2018) y los apéndices CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) en donde el Apéndice I de la convención señala las especies en peligro y los Apéndices II y III señalan las especies que están más relacionadas con la extracción y comercio (CITES, 2017). Para el nivel nacional se consideró las listas de categorización de especies amenazadas de flora silvestre para el Perú según el Decreto Supremo N.º 043-2006-AG (MINAGRI, 2006).

6.6.5.5. Especies endémicas

Las especies endémicas son aquellas entidades biológicas que presentan una distribución geográfica restringida a un área determinado (León et al., 2007) y son un componente importante para la conservación. Para la determinación de las especies endémicas se empleó el libro rojo de las Plantas Endémicas del Perú realizada por León et al. (2007) y literatura específica para cada grupo taxonómico cuando fue necesario.

6.6.5.6. Análisis multivariado

El análisis multivariado (AM) es la parte de la estadística y del análisis de datos que estudia, analiza, representa e interpreta los datos que resultan de observar más de una variable estadística sobre una muestra de individuos. Las variables observables son homogéneas y correlacionadas, sin que alguna predomine sobre las demás. La información estadística en el análisis multivariado es de carácter multidimensional, por lo tanto, la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones







multivariantes juegan un papel fundamental (Cuadras, M C. 2014). Entre ellas, el análisis de correspondencia y los dendrogramás (cluster).

6.6 Fauna silvestre

En esta sección se proporciona la información concerniente a la metodología a utilizar para la evaluación de la fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) como guía utilizada para la evaluación, ubicación de zonas evaluadas, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados y procesamiento de datos.

6.6.1 Guías utilizadas para la evaluación

Los documentos usados como guía y manual para la ejecución de la evaluación de fauna silvestre en los ecosistemás frágiles, dentro del área de evaluación, se menciona en la Tabla 6-29.

Tabla 6-29. Documentos para la evaluación de fauna silvestre

Fauna silvestre	Protocolo	País	Institución	Documento	Año
	Guía de inventario de la fauna silvestre	Perú	Minam	R.M. N.° 057-2015- MINAM	2015
	Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina.	Sudamérica	Conservación Internacional	Angulo A., Rueda Almonacid J. V., Rodriguez Mahecha J. V. y La Marca E.	2006
	Lista preliminar de los anfibios del Perú.	Perú	Museo de Historia Natural. UNMSM	Rodríguez, L. B.; Córdova, J. H. E Icochea, J.	1993
Anfibios y Reptiles	High prevalence of infection in tadpoles increases vulnerability to fungal pathogen in high-Andean amphibians	Perú	Biological Conservation	Catenazzi, A., von May, R., & Vredenburg, V. T.	2013
	Conservation of the high Andean frog Telmatobius jelskii along the PERU LNG pipeline in the Regions of Ayacucho and Huancavelica, Peru.	Perú	Smithsonian Scholarly Press,	Catenazzi, A., von May, R., & Vredenburg, V. T.	2013
	Guía de inventario de la fauna silvestre	Perú	Minam	R.M. N.° 057-2015- MINAM	2015
Aves	Field Guide Bird of Peru, Revised and Updated Edition	Perú	Princeton Univesity Press	Thomás S. Schulenberg, Douglas F. Stotz, Daniel F. Lane, John P. O'Neill & Theodore A. Parker III	2010
	Guía de inventario de la fauna silvestre	Perú	Minam	R.M. N.° 057-2015- MINAM	2015
Mamíferos	Manual de fototrampeo	Colombia	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible		2012



TO BOOK



6.6.2 Ubicación de puntos

A continuación, se presenta la ubicación puntos y trancestos donde se evaluaron los reptiles, anfibios, aves y mamíferos del área de evaluación.

6.7.2.1. Anfibios y reptiles silvestres

a. Busqueda por encuentro visual (VES)

En el área de estudio se realizaron un total de 43 búsquedas por encuentro visual (VES), las cuales se distribuyeron en los ecosistemás frágiles (bofedales y lagunas) presentes en el área de evaluación y en sus hábitats asociados (pajonal y roquedal). Las coordenadas de ubicación de las estaciones de evaluación se detallan en la Tabla 6-30 y en el Anexo 7 se presenta los mapas de evaluación de anfibios y reptiles mediante esta metodología.

b. Transectos en hábitats acuáticos

Se realizaron un total de 21 transectos en hábitats acuáticos de los ecosistemás frágiles (bofedales y lagunas) y quebradas registradas durante las evaluaciones realizadas. Las coordenadas de estas evaluaciones se presentan en la Tabla 6-31 y en el Anexo 7 se presenta el mapa de evaluación de anfibios y reptiles mediante esta metodología.

6.7.2.2. Aves silvestres

a. Transectos lineales

En el área de estudio se distribuyeron en total 38 transectos lineales en los ecosistemás frágiles (bofedales) y en los hábitats asosiados (pajonal y roquedal) presentes en el área de estudio. Las coordenadas de ubicación de los transectos se muestran en la Tabla 6-32 y en el Anexo 7 se presenta el mapa de la evaluación de aves por transeco lineal.

b. Conteos totales

En las lagunas encontradas en el área de estudio se evaluaron dos puntos por conteo total. Las coordenadas de ubicación de estos recorridos se encuentran en la Tabla 6-33 y en el Anexo 7 se presenta el mapa de la evaluación de aves por conteo.













Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambient

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

Tabla 6-30. Ubicación de las búsquedas por encuentro visual (VES) para la evaluación de los anfibios y reptiles en el área de estudio

	Zona /	Estación de	Fecha	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18L Inicio		Altitud	WGS 8	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18L		Hábitat	Descripción	
	EF	evaluación				(m s.n.m.)	F	inal	m.)			
PICION				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)				
E							Microcue	nca Huaylla	ani		是是是自己的性性。	
7		HE-V1	22/03/2018	793421	8405512	4460	793493	8405588	4457	Bofedal	Bofedal cercano al área de operaciones, en la parte alta de la quebrada Surimana.	
		HE-V2	22/03/2018	793655	8405862	4478	793573	8405804	4460	Roquedal	Roquedal cercano al área de operaciones, en la	
	EF4	HE-V3	22/03/2018	793462	8405766	4466	793375	8405723	4459	Roquedai	parte alta de la quebrada Surimana.	
		HE-V4	22/03/2018	793523	8405346	4494	793645	8405356	4505	Paional	Pajonal cercano al bofedal, en la parte alta de la	
		HE-V5	22/03/2018	793676	8405446	4503	793782	8405502	4511	Pajonal	quebrada Surimana.	
		HE-V6	23/03/2018	793844	8405957	4439	793749	8405904	4449	Roquedal	Roquedal cercano al área de operaciones, en la parte media de la quebrada Surimana.	
	EF6	HE-V7	23/03/2018	793787	8405807	4524	793876	8405777	4472	Bofedal	Bofedal cercano al área de operaciones, en la parte media de la quebrada Surimana.	
		HE-V8	23/03/2018	794187	8406042	4447	794204	8405939	4468	Pajonal	Pajonal cercano al bofedal, en la parte media de la	
		HE-V9	23/03/2018	794225	8405860	4481	794213	8405756	4477	Fajoriai	quebrada Surimana.	
		HE-V10	23/03/2018	793547	8406415	4370	793463	8406339	4371	Bofedal	Bofedal de gran tamaño al final de la quebrada Huayllani.	
	EF5	HE-V11	23/03/2018	793418	8406430	4386	793504	8406462	4390	Pajonal	Pajonal alrededor del bofedal ubicado en la	
		HE-V12	23/03/2018	793545	8406515	4406	793636	8406610	4415	i ajonai	quebrada Huayllani.	
		HE-V13	24/03/2018	791427	8405597	4480	791335	8405588	4536	Roquedal	Roquedal ubicado al inicio de la quebrada	
	EF1	HE-V14	24/03/2018	791269	8405600	4539	791143	8405587	4552	Roquedai	Huayllani.	
		HE-V15	24/03/2018	790887	8405865	4509	790881	8405960	4505	Bofedal	Bofedal de gran tamaño al inicio de la quebrada Huayllani.	
	EF2	HE-V16	24/03/2018	790932	8406165	4509	790971	8406245	4520	Roquedal	Roquedal alrededor del bofedal ubicado en la parte media de la quebrada Huayllani.	
	L1 2	HE-V17	24/03/2018	791188	8406511	4502	791132	8406615	4506	Bofedal	Bofedal mediano que discurre a la quebrada Huayllani.	



Zona / EF	Estación de evaluación	Fecha .	WGS 84	adas UTM - Zona 18L icio	Altitud (m s.n.m.)	WGS 8	enadas TM 4 - Zona 8L nal	Altitud (m s.n. m.)	Hábitat	Descripción
			Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
	HE-V26	27/03/2018	791882	8406330	4424	791987	8406322	4422		
EF10	HE-V27	27/03/2018	792087	8406329	4414	792174	8406383	4407	Bofedal	Bofedal de gran tamaño en la parte media de la quebrada Huavllani.
	HE-V28	27/03/2018	792256	8406383	4404	792357	8406391	4403		questada Haayilatii.
EF9	HE-V29	27/03/2018	792596	8406116	4467	792486	8406136	4468	Degwodel	Roquedal alrededor del bofedal ubicado en la parte
EF9	HE-V30	27/03/2018	792429	8406142	4453	792313	8406143	4457	Roquedal	media de la quebrada Huayllani.
					Micro	ocuenca C	Chicorume -	- Pallani	er personts	
	HE-V21	26/03/2018	793279	8403172	4461	793222	8403212	4453	Laguna	Borde de la Laguna Angascocha.
	HE-V22	26/03/2018	793195	8403136	4466	793269	8403049	4466		
EF12	HE-V23	26/03/2018	793371	8402980	4461	793485	8402922	4460	Paianal	Pajonal que rodea la Laguna Angascocha.
	HE-V24	26/03/2018	793591	8403004	4444	793487	8403008	4442	Pajonal	Fajoriai que rodea la Laguria Arigascocha.
	HE-V25	26/03/2018	793532	8403082	4466	793630	8403038	4461		
					N	/licrocuen	ca Yahuam	nayo		
	HE-V18	25/03/2018	790132	8403873	4454	790201	8403796	4439	Bofedal	Bofedal cuyas aguas discurren a la laguna Pistoro.
EF8	HE-V19	25/03/2018	789999	8403506	4450	790009	8403390	4451	Laguna	Parda da la Laguna Diatara
	HE-V20	25/03/2018	790113	8403287	4450	790208	8403219	4433	Laguna	Borde de la Laguna Pistoro.
	HE-V31	28/03/2018	791318	8402562	4368	791420	8402544	4356	Bofedal	Bofedal formado por las aguas de la Laguna Pistoro
	HE-V32	28/03/2018	791564	8402477	4358	791605	8402568	4325	Boledai	y la quebrada Yahuarmayo.
EF3	HE-V33	28/03/2018	791851	8402253	4354	791932	8402172	4339	Roquedal	Roquedal alrededor del bofedal ubicado en la parte media de la quebrada Yahuarmayo.
LIS	HE-V34	28/03/2018	792177	8402172	4312	792236	8402081	4311	Bofedal	Rofedal en la narte media de la quebra
	HE-V40	30/03/2018	792828	8401705	4304	792712	8401718	4314	Bofedal	Bofedal en la parte media de la quebrada
	HE-V41	30/03/2018	792608	8401952	4303	792502	8401915	4303	Doledal	Yahuarmayo.





Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambienta

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

	Zona / EF	Estación de evaluación	Fecha	WGS 84	adas UTM - Zona 18L	Altitud (m s.n.m.)	WGS 8	enadas TM 84 - Zona 8L inal	Altitud (m s.n. m.)	Hábitat	Descripción
Clon				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
A I		HE-V35	29/03/2018	794086	8401478	4281	793984	8401510	4282	Bofedal	Bofedal en la parte final de la quebrada
/		HE-V36	29/03/2018	793639	8401677	4290	793536	8401687	4278	Doledai	Yahuarmayo.
		HE-V37	29/03/2018	793728	8401905	4323	793855	8401893	4321	Pajonal	Pajonal alrededor del bofedal ubicado en la parte
	EF7	HE-V38	29/03/2018	793950	8401893	4325	794074	8401867	4328	Pajonai	final de la quebrada Yahuarmayo.
		HE-V39	30/03/2018	793034	8401716	4301	792962	8401798	4295	Bofedal	Bofedal en la parte media de la quebrada Yahuarmayo.
		HE-V42	30/03/2018	792867	8401482	4317	793001	8401464	4317	Pajonal	Pajonal alrededor del bofedal ubicado en la parte
		HE-V43	30/03/2018	793150	8401456	4310	793284	8401471	4304	Гајопа	final de la quebrada Yahuarmayo.

Tabla 6-31. Ubicación de los transectos en hábitats acuáticos realizados para la evaluación de los anfibios y reptiles

			Self-transferred to the particular terms.	das UTM - - Zona 18L	Altitud	THE RESIDENCE AND PROPERTY OF STREET	s UTM - WGS ona 18L	Altitud	Formación	
Zona / EF	Código	Fecha	Ini	icio	(m s.n.m)	F	inal	(m a a m)	Vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)	(111 5.11.111)	Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m)		
						Microcuenca H	luayllani			
EF4	HE-T1	22/03/2018	793236	8405456	4467	793326	8405413	4467		
EF4	HE-T2	22/03/2018	793642	8405679	4465	793697	8405764	4457	Bofedal	Bofedal cercano al área de operaciones.
EF6	HE-T3	23/03/2018	793909	8405846	4461	793984	8405914	4432		
EF5	HE-T4	23/03/2018	793758	8406488	4372	793667	8406443	4354	Quebrada	Final de la quebrada Huayllani
EF1	HE-T5	24/03/2018	790881	8405563	4518	790804	8405627	4512	Bofedal	Bofedal cuyas agua discurren a la quebrada Huayllani
EFI	HE-T6	24/03/2018	790848	8406076	4510	790782	8406151	4511	Quebrada	Quebrada cuyas agua discurren a la quebrad Huayllani
EF2	HE-T7	24/03/2018	791145	8406741	4524	791173	8406843	4516	Bofedal	Bofedal cuyas agua discurren a la quebrada Huayllani



2			Sylege	THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO	das UTM - Zona 18L	Altitud	CALL THE RESIDENCE OF THE PARTY	is UTM - WGS ona 18L	Altitud	Farmanián	1.000 PM 1070 C C C C C C C C C C C C C C C C C C
	Zona / EF	Código	Fecha	Ini	cio	2 - 3 TH W	F	inal		Formación Vegetal	Descripción
100				Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m)	Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m)		A TOTAL STATE OF THE STATE OF T
	EF10	HE-T14	27/03/2018	792115	8406447	4431	792043	8406524	4430	Quebrada	Bofedal cuyas agua discurren a la quebrada Huayllani
	EFIO	HE-T15	27/03/2018	792412	8406323	4401	792518	8406328	4397	Bofedal	Bofedal ubicado en la parte media d ela quebrada Huayllani
	EF9	HE-T16	27/03/2018	792625	8406000	4465	792721	8406042	4439	Bofedal	Bofedal pequeño cercano al área de operaciones.
						Micro	cuenca Chico	rume – Pallani			
	FF40	HE-T10	26/03/2018	793729	8402898	4446	793646	8402959	4449	D-6-4-1	
	EF12	HE-T11	26/03/2018	793429	8403038	4458	793370	8403121	4446	Bofedal	Bofedal al costado de la Laguna Angascocha
	EF13	HE-T12	26/03/2018	792871	8404598	4489	792922	8404684	4465	Defeatel	Bofedal en las inmediaciones de la quebrada
	EF 13	HE-T13	26/03/2018	792999	8404752	4473	793086	8404791	4453	Bofedal	Collpa
						М	icrocuenca Ya	huarmayo			有是15亿数,在2010年的10
	EF8	HE-T8	25/03/2018	790268	8403956	4454	790174	8403923	4454	Bofedal	Bofedal cuyas agua discurren a la Laguna Pistoro
	LF0	HE-T9	25/03/2018	790080	8403647	4450	790156	8403710	4435	Quebrada	Quebrada cuyas agua discurren a la Laguna Pistoro
	EF3	HE-T17	28/03/2018	791056	8402752	4379	791142	8402697	4373	Bofedal	Bofedal formado por las aguas de la Laguna
	EF3	HE-T18	28/03/2018	791992	8402310	4300	792090	8402292	4294	Doleuai	Pistoro
		HE-T19	29/03/2018	793893	8401665	4283	793788	8401676	4282	Bofedal	Bofedal en la parte final de la quebrada Yahuarmayo
	EF7	HE-T20	29/03/2018	793561	8401819	4290	793522	8401726	4290	Quebrada	Quebrada pequeña cuyas agua discurren a la
		HE-T21	30/03/2018	792386	8401803	4316	792328	8401718	4359	Queblada	quebrada Yahuarmayo





Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

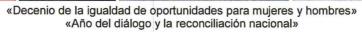
Dirección de Evaluación Ambienta

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

Tabla 6-32. Coordenadas de ubicación de los transectos lineales del estudio de aves silvestres

	Código de					Coo	rdenadas UTN	NGS 84 - 2	Zona 18 L			
Zona / EF	punto de	Fecha	Hora inicio	Hora final	In	icio	Altitud (m)	F	inal	Altitud (m)	Hábitat	Descripción
NO	evaluación				Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)		
						Micro	ocuenca Hua	yllani				
	AV1	24/03/2018	9:36	10:22	791390	8405558	4611	790890	8405520	4543	Roquedal	Ubicado en la margen derecha de la Quebrada Huayllani
EF1	AV2	24/03/2018	10:31	11:06	790804	8405627	4517	791210	8405969	4498	Bofedal	Ubicado en la parte alta en la margen derecha de la Quebrada Huayllani
	AV3	24/03/2018	11:17	11:52	791115	8406078	4494	790807	8405934	4498	Bofedal	Ubicado en la parte alta a ambos lados de la quebrada Huayllani.
	AV4	24/03/2018	12:09	13:04	790785	8406181	4522	791049	8406471	4536	Roquedal	Ubicado en la parte alta de la margen izquierda de Quebrada Huayllani
	AV5	24/03/2018	13:04	14:12	791049	8406471	4536	791024	8406951	4539	Roquedal	Ubicado en la parte alta de la margen izquierda de Quebrada Huayllani
EF2	AV6	24/03/2018	14:21	15:05	791091	8406952	4525	791264	8406454	4497	Bofedal	Ubicado en la parte alta de una pequeña quebrada que desemboca en la margen izquierda de la quebrada Huayllani
	AV7	27/03/2018	9:28	10:15	792047	8406343	4418	792557	8406342	4401	Bofedal	Ubicado a lo largo de la quebrada Huayllani
EF10	AV8	27/03/2018	11:48	12:38	792602	8406598	4455	792099	8406513	4443	Pajonal	Ubicado en la margen izquierda de la quebrada Huayllani
	AV9	27/03/2018	13:01	13:40	791944	8406231	4446	792446	8406169	4450	Roquedal	Ubicado en la margen derecha de la quebrada Huayllani
	AV10	27/03/2018	10:15	10:49	792557	8406342	4401	793065	8406259	4385	Bofedal	Ubicado a lo largo de la quebrada Huayllani
EF9	AV11	27/03/2018	11:03	11:48	793066	8406373	4405	792602	8406598	4455	Pajonal	Ubicado en la margen izquierda de la quebrada Huayllani





- 40.14	Código de	or location				Coo	rdenadas UTM	1 WGS 84 – Z	Zona 18 L		Nation.	
Zona / EF	punto de	Fecha	Hora inicio	Hora final	lr Ir	nicio	A Mide and Comb	F	inal	A Hits and Come)	Hábitat	Descripción
	evaluación				Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)	e terrible	
						Micro	ocuenca Hua	yllani				
	AV12	27/03/2018	13:40	15:13	792446	8406169	4450	792866	8405976	4469	Roquedal	Ubicado en la margen derecha de la quebrada Huayllani
	AV13	23/03/2018	12:03	12:45	793744	8406118	4427	793833	8406599	4358	Bofedal	Ubicados en la margen
	AV14	23/03/2018	12:55	13:34	793754	8406488	4365	793292	8406252	4380	Bofedal	derecha de la quebrada Huayllani
EF5	AV15	23/03/2018	14:32	15:09	793288	8406432	4398	793741	8406665	4388	Pajonal	Ubicado en la margen izquierda de la quebrada Huayllani
	AV16	23/03/2018	15:25	16:08	793956	8406601	4371	793927	8406100	4451	Roquedal	Ubicado en la margen derecha de la quebrada Huayllani
	AV17	22/03/2018	10:22	10:13	793231	8405425	4474	793684	8405703	4452	Bofedal	Ubicado en la parte alta de la quebrada Surimana
EF4	AV18	22/03/2018	11:24	12:23	793626	8405783	4460	793142	8405641	4491	Roquedal	Ubicado en la parte alta de la margen izquierda de la quebrada Surimana
	AV19	22/03/2018	12:50	13:37	793350	8405280	4488	793680	8405548	4491	Pajonal	Ubicado en la parte alta de la margen derecha de la quebrada Surimana
	AV20	22/03/2018	14:41	15:28	793634	8405831	4472	794031	8406115	4453	Roquedal	Ubicado en la parte alta de la margen izquierda de la quebrada Surimana
EF6	AV21	23/03/2018	9:11	10:12	793684	8405703	4452	794079	8406008	4431	Bofedal	Ubicado en la quebrada Surimana
	AV22	23/03/2018	10:21	11:18	794167	8406013	4443	793978	8405571	4482	Pajonal	Ubicado en la margen derecha de la quebrada Surimana
						Microcue	nca Chicorur	ne-Pallani				
EF13	AV23	26/03/2018	13:06	14:02	792828	8404571	4484	793259	8404846	4443	Bofedal	Ubicado en la quebrada Collpahyaco
EF12	AV25	26/03/2018	9:28	10:12	793309	8403164	4442	793728	8402891	4441	Bofedal	Ubicados al sur de la Laguna
	AV26	26/03/2018	10:21	11:09	793687	8402844	4450	793228	8403055	4480	Pajonal	Angascocha



Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiento

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

	Código de					Coor	rdenadas UTN	N WGS 84 - Z	Zona 18 L			
Zona / EF	punto de	Fecha	Hora inicio	Hora final	lr	nicio	A 14:41 and (mm)	F	inal	A 14:4 ()	Hábitat	Descripción
	evaluación		IIIIOIO		Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)		
						Micro	ocuenca Hua	yllani				
	AV27	26/03/2018	11:09	12:07	793228	8403055	4480	793139	8403380	4543	Roquedal	Ubicado al norte de la Laguna Angascoha
						Microc	cuenca Yahua	rmayo				
	AV29	28/03/2018	9:58	10:41	791026	8402761	4368	791507	8402530	4350	Bofedal	Ubicados en la parte alta a lo
	AV30	28/03/2018	10:41	11:41	791507	8402530	4350	791995	8402341	4307	Bofedal	largo del margen derecho de
	AV31	28/03/2018	11:41	12:48	791995	8402341	4307	792420	8402038	4299	Bofedal	la quebrada Yahuarmayo
	AV32	28/03/2018	13:58	14:28	792402	8401740	4324	792010	8402028	4353	Pajonal	Ubicados en la margen
EF3	AV33	30/03/2018	10:25	11:57	792402	8401740	4324	792880	8401482	4321	Pajonal	derecha de la quebrada Yahuarmayo
	AV34	29/03/2018	8:37	9:25	793178	8401917	4284	792678	8402079	4319	Pajonal	Ubicados en la margen
	AV35	29/03/2018	9:25	10:20	792678	8402079	4319	792285	8402355	4329	Pajonal	izquierda de la quebrada Yahuarmayo
	AV36	29/03/2018	11:01	12:10	792420	8402038	4299	792769	8401761	4305	Bofedal	Ubicado en la margen derecha de la quebrada Yahuarmayo
	AV37	29/03/2018	13:38	14:30	793545	8401710	4280	794058	8401620	4287	Bofedal	Ubicado en la margen izquierda de la quebrada Yahuarmayo
EF7	AV38	30/03/2018	8:28	9:15	793480	8401620	4232	792960	8401732	4280	Bofedal	Ubicado en la margen derecha de la quebrada Yahuarmayo
EF7	AV39	29/03/2018	14:46	15:39	794223	8401702	4302	793783	8401924	4330	Pajonal	Ubicado en la margen izquierda de la quebrada Yahuarmayo
	AV40	30/03/2018	12:14	13:07	793319	8401450	4309	793829	8401347	4315	Roquedal	Ubicado en la margen derecha de la quebrada Yahuarmayo





Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Birassión de Evaluación Ambienta

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

Tabla 6-33. Coordenadas de ubicación de los puntos evaluados por conteo total para aves

			2007			Coor	denadas UTM 1	WGS 84 - Zona	18 L			
Zona / EF	Código de punto de evaluación	Fecha	Hora inicio	Hora final	Inic	oio	Altitud	Fin	nal	Altitud	Hábitat	Descripción
					Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m.)	Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m.)		
	×				Micro	ocuenca Chico	rume-Pallani					
EF12	AV24	26/03/2018	9:03	9:26	793281	8403199	4446	793266	8403135	4440	Laguna	Ubicado alrededor de la Laguna Angascocha
					Mi	icrocruenca Ya	huarmayo					
EF8	AV28	25/03/2018	10:09	12:29	790519	8403408	4434	790492	8403569	4446	Laguna	Ubicado alrededor de la Laguna Pistoro



6.7.2.3. Mamíferos silvestres

a. Cámaras trampa

En la Tabla 6-34, se detallan las coordenadas de ubicación de las cámaras trampa para la captura fotográfica de los mamíferos que se encuentran en el área de estudio. Asimismo, en el Anexo 7 se muestra la distribución de las cámaras trampa mediante un mapa cartográfico.

Tabla 6-34. Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa

N.°	Zona / EF	Sitio para cámaras trampa	Fecha de instalación de cámara	Coord U WGS 8	lenadas TM 4 – Zona 8L	Altitud (m s.n.m.)	Hábitat	Descripción
			trampa	Este (m)	Norte (m)			
1	EF1	Utunsa-01	22/03/2018	790502	8405334	4591	Roquedal	Cámara instalada en un roquedal ubicado a más o menos 75 m del bofedal Aparayo, cerro Surimana, la cámara está dirigida a un claro donde se observan indicios de actividad de fauna silvestre y doméstica, el suelo es húmedo y se observa una escorrentía de agua transparente.
2		Utunsa-02	22/03/2018	791219	8405328	4733	Pajonal	Cámara instalada en pajonal del cerro Surimana, la cámara está instalada a más o menos 1.5 m del suelo en una gran roca y está dirigida a un claro donde se observan rastros de alimentación de añás (Conepatus chinga).
3		Utunsa-03	23/03/2018	791098	8404340	4589	Roquedal	Cámara instalada en un roquedal ubicado al borde del bofedal Surachuco, la cámara está dirigida al bofedal que presenta una vegetación verdosa, en el área se observan abundante heces de vizcacha (Lagidium viscacia) y otros roedores.
4	EF8	Utunsa-04	23/03/2018	790739	8403655	4534	Roquedal	Cámara instalada en un roquedal ubicado en la cima del cerro Uwayrapunco, en el área se observa poca vegetación, la cámara está dirigida a un claro donde se observan heces de vicuña (Vicugna vicugna).
5		Utunsa-05	23/03/2018	790473	8402908	4484	Roquedal	Cámara instalada en un roquedal ubicado en la media cima del cerro Condori en el sector Quishuar, a 200





N.°	Zona / EF	Sitio para cámaras	Fecha de instalación de cámara	WGS 8	enadas TM 4 – Zona 8L	Altitud (m	Hábitat	Descripción
	/ = -	trampa	trampa	Este (m)	Norte (m)	s.n.m.)		Transport of
			1					m de la laguna Pistoro, la cámara está instalada a 1.5 m del suelo y está dirigida a un puquio de agua clara, que está rodeado de vegetación verdosa.
6		Utunsa-06	23/03/2018	790687	8403123	4460	Pajonal	Cámara instalada en un pajonal en la margen izquierdo del Laguna Pistoro, la cámara está dirigida a un claro dominado exclusivamente por ichu, en el área se observan rastros de alimentación de zorro andino (Lycalopex culpaeus).
7		Utunsa-07	24/03/2018	790905	8402746	4407	Pajonal	Cámara instalada en un pajonal ubicado a media cima del cerro Ovinuya en el sector Yahuarmayo, la cámara está dirigida a un camino de mamíferos silvestre.
8		Utunsa-08	24/03/2018	791365	8403003	4480	Roquedal	Cámara instalada en un roquedal/pajonal a media cima del cerro Saywayocacca al lado derecho del bofedal Yahuarmayo, cerca de la boca de una gran cueva, en el sector se observan heces de vizcacha (Lagidium viscacia).
9	EF3	Utunsa-09	24/03/2018	791730	8402778	4388	Roquedal	Cámara instalada al borde de una cueva en el cerro Jornadayoc, sector Yahuarmayo, el suelo de la cueva es pedregosa y se observan heces de (Conepatus chinga), restos de alimentación de zorro (Lycalopex culpaeus), heces de vizcacha (Lagidium viscacia) y pequeños roedores.
10	,	Utunsa-10	24/03/2018	792578	8402465	4404	Roquedal	Cámara instalada en el interior de una pequeña cueva ubicada en el cerro Jornadayoc, sector Yahuarmayo, la vegetación circundante a la cueva lo constituye el ichu, en el interior de la cueva se observan heces de

t of t

N.°	Zona / EF	Sitio para cámaras	Fecha de instalación de cámara	WGS 8	lenadas TM 34 – Zona 8L	Altitud (m s.n.m.)	Hábitat	Descripción
		trampa	trampa	Este (m)	Norte (m)			
								diferentes especies de pequeños roedores.
11	EF7	Utunsa-11	25/03/2018	793091	8402045	4399	Pajonal	Cámara instalada en una pampa del cerro Bocacocho, sector Yahuarmayo, el área es dominado por un pajonal verdoso, en área se observan rastros de animales domésticos.
12	EF12	Utunsa-12	25/03/2018	793145	8403182	4480	Roquedal	Cámara instalada en e interior de una grar cueva que está ubicado en la marger derecha de la laguna Angascocha, la vegetación del área es arbustiva entremezclado cor ichu, la cámara está instalada en el techo de la cueva a más o menos 1.5m del suelo dirigido a un claro donde se observar rastros de alimentación de animales silvestres.
13		Utunsa-13	25/03/2018	793350	8403287	4500	Roquedal	Cámara instalada er un corral antiguo a margen izquierda de la laguna Angascocha, e suelo es rojizo y está rodeado de vegetación arbustiva, en el área se observan abundantes huellas de vizcacha (Lagidium viscacia)

b. Censos por transectos

En la siguiente Tabla 6-35 se detallan las coordenadas de inicio y final de los transectos empleados para los censos de mamíferos silvestres. Asimismo, en el Anexo 7 se muestra la ubicación y distancias de los censos realizados mediante un mapa cartográfico.





Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambien

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

Tabla 6-35. Coordenadas de los transectos utilizados para censo de mamíferos silvestre en el área de evaluación

Zona /	Transecto	Fecha	WGS 84 -	adas UTM – Zona 18L icio	Altitud (m s.n.m.)	WGS84 -	adas UTM Zona 18L nal	Altitud (m s.n.m.)	Distancia Recorrida	Formación vegetal	Descripción
			Este	Norte		Este	Norte		(m)		
EF1	1	22/03/2018	791489	8405136	4688	790502	8405334	4591	1000	Pajonal/Roquedal	75 m del bofedal Aparayo, cerro Surimana
EF8	2	23/03/2018	791098	8404340	4589	790473	8402908	4484	1560	Pajonal/Roquedal	Transecto que corre cerca del bofedal Sorachuco/Laguna Pistoro
EF7	3	24/03/2018	790947	8402990	4414	792578	8402465	4404	1750	Pajonal/Roquedal	Cerro Uvinuya, sector Yahuarmayo



6.6.3 Parámetros y métodos de análisis

Se realizó la identificación taxonómica de la fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos,) en ecosistemás frágiles dentro del área de evaluación.

Los métodos de análisis para la evaluación de la fauna silvestre fueron determinados de acuerdo con la revisión de los instrumentos de gestión ambiental (IGA) y la estimación de los especialistas del OEFA.

Los parámetros evaluados, el método de análisis realizado y la cantidad de puntos o zonas de muestreo evaluados para la fauna silvestre se presentan en la Tabla 6-36.

Tabla 6-36. Parámetros, método de análisis y cantidad de zonas de evaluación para

N.°	Parámetro	Método de análisis	Laboratorio	Cantidad de zonas de evaluación	Observaciones
		Búsqueda por encuentro visual «Visual Encounter Survey (VES)»	Especialista Oefa	43 VES en 11 ecosistemas frágiles	Búsqueda intensiva de anfibios y reptiles a través de caminatas aleatorias por 30 minutos en el sustrato, vegetación, refugio (debajo de rocas, piedras o vegetación). Distancia mínima entre cada VES de 50 metros, tomando los tiempos de inicio y final, coordenadas, condiciones climáticas y aspectos fisiológicos de los individuos encontrados.
1	1 Anfibios y reptiles	Transectos de habitas acuáticos		21 Transectos en hábitats acuáticos en 12 ecosistemas frágiles	El tiempo de evaluación fue de 45 minutos a 1 hora. En cada transecto se registraron datos de campo como: coordenadas, altitud, características de hábitat. Adicionalmente se fotografiaron los individuos capturados, y tomaron datos de sexo, estadio de desarrollo y medidas morfológicas.
		Registros oportunistas		8 Registros oportunos	Realizado fuera de las unidades de muestreo como VES o transectos (registros de otros especialistas, animales muertos, entre otras)
		Colecta de especímenes ²⁴		8 Zonas de coleta: 3 VES en 3 ecosistemas frágiles y 5 transectos en hábitats acuáticos en 5 ecosistemas frágiles	Colecta de especímenes de anfibios y reptiles mínima (2 individuos por especie). Los especímenes colectados fueron preservados en formol al 10% y depositados en la colección científica del departamento de Herpetología del Museo de Historia Natural de la UNMSM.
2	Aves ²⁵	Transectos lineales (TL)	Especialista Oefa	38 Transectos lineales en 11 ecosistemas frágiles	Transectos de longitud de 0.5 km subdivididos cada 100 metros con un ancho de banda variable

²⁴ Para la determinación taxonómica de las especies de anfibios y reptiles se utilizaron claves taxonómicas especializadas (Peters y Donoso-Barros 1970, Rodríguez et al. 1993), descripciones científicas, bases de datos internacionales, así como colecciones científicas de referencia (Departamento de Herpetología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Museo de Historia Natural de San Antonio Abad del Cusco y otros). Para la clasificación taxonómica, respecto a los anfibios se siguió la taxonomía utilizada por Frost (2017) y en cuanto a los reptiles la taxonómica usada por Uetz et al. (2017).

El listado de las aves siguió la clasificación taxonómica de la lista de aves de Perú (Plenge 2018).

N.°	Parámetro	Método de análisis	Laboratorio	Cantidad de zonas de evaluación	Observaciones
			ī		(máximo de 100 metros al transecto lineal) y evaluados en la mañana (8:30 am a 12:00 pm) y en la tarde (2:00 pm a 4:00 pm) por las constantes lluvias. Registro de especies26 de forma visual o auditiva, anotando el número de individuos, algunas observaciones ecológicas (hábitat y registros reproductivos), entre otros datos.
		Conteos directos totales (CT)		2 Recorridos en cada una de las lagunas Pistoro y Angascocha	La metodología de conteos directos totales consistió en contar los individuos por especie directamente o subdividir la laguna en submuestras para hacer el conteo de individuos. El conteo se realizó desde la parte alta, o alrededor de las orillas por caminatas o en algún punto definido (cuando los bordes no permitieron el recorrido).
3	Mamiferos ²⁷	Censos por transecto	Especialista Oefa	3 transectos lineales en 3 ecosistemas frágiles	mamíferos silvestres. Para complementar la información para la lista base de especies se hicieron entrevistas no estructuradas a los apoyos locales durante los censos de mamíferos silvestres y se recopiló información de avistamientos de fauna silvestre por investigadores de las otras áreas temáticas que detectaron mamíferos silvestres durante la ejecución de los
		Fototrampeo por cámaras trampa ²⁸		13 cámaras trampas en 5	trabajos de campo. Las cámaras trampa estuvieron operativas las 24 horas del día y

Para ilustrar y confirmar con mayor certeza el registro de algunas especies bastantes cripticas, muy esquivas y difícil de observar, se usó las técnicas de fotografía cuando se observaba un ave a distancia cercana en los recorridos de los transectos o en los conteos directos, se fotografíaba si se encontraba dentro de un rango de alcance de un lente teleobjetivo de 250 mm, para lo cual se utilizó una cámara profesional EOS MARK II.

Para la determinación taxonómica de las especies de anfibios y reptiles se utilizo información taxonómica especialidad indicado por Eisenberg F., Redford H. 1999. Mammals of the Neotropics, the Central Neotropics, Vol. 3. The University of Chicago Press, Chicago and London 609 pp.

Datos de programación de la cámara trampa:
Modo: Híbrido, tamaño de imagen: 24 megapíxeles, formato de imagen: full screen, número de captura: 1 foto, control LED: Medio, tamaño de vídeo: 1920x1080, duración de vídeo: 10, intervalo: 2", nivel del sensor: Auto, NV Shutter: Auto, camera Mode: 24 horas y sonido de video: activado.

N.°	Parámetro	Método de análisis	Laboratorio	Cantidad de zonas de evaluación	Observaciones
				ecosistemas frágiles	fueron programadas para tomar una foto seguida de un video de 10 segundos con periodos de espera de 2 segundos (una vez que la cámara realizó la primera fotografia, espera 2 segundos para activarse nuevamente).
					Las cámaras trampa permanecieron activas por 12 días, fueron ubicadas entre los 0,5 m y un metro de altura y permanecieron fijas en rocas, matorrales y árboles de delgado fuste, en todos estos casos con una posición contraria a la salida y ocaso del sol. El sensor fue programado para la más alta sensibilidad.

6.6.4 Equipos utilizados

Los equipos para la ejecución de la evaluación de fauna silvestre en los ecosistemás frágiles, dentro del área de evaluación, se detallan en el Anexo 7.

6.6.5 Procesamiento de datos

En esta sección se presenta el análisis de datos, que consistió en caracterizar la fauna silvestre mediante la composición taxonómica, riqueza de especies, abundancia de individuos, entre otros análisis. A continuación, se detalla el procesamiento de datos para cada componente de la fauna silvestre: anfibios y reptiles, aves y mamíferos.

6.7.5.1. Anfibios y Reptiles

Para el análisis de datos obtenidos en la evaluación de los anfibios y reptiles, se calcularon los siguientes valores:

a. Composición, riqueza y abundancia

Para determinar la composición y riqueza, se realizó la clasificación taxonómica a nivel de clase, orden, familia y especie de los especímenes registrados para anfibios y reptiles. La abundancia constituyó la suma total de los individuos de una especie o especies obtenida mediante las unidades de muestreo de cada uno de los grupos evaluados. Esta abundancia junto con la riqueza de especies obtenida de la evaluación cuantitativa se utilizó para el cálculo de los índices de diversidad alfa y beta.

b. Diversidad alfa

La medición de la diversidad alfa se basa en la cuantificación de la riqueza específica y en la estructura de la comunidad (Moreno, 2001). Para la cuantificación de la riqueza específica se presenta la riqueza específica (S) total encontrada en el área de estudio. Para la medición de la estructura se calculó el índice Shannon - Wiener (H') y el índice de diversidad de Simpson (1-D) que









fueron obtenidos para cada hábitat evaluado. Estos análisis fueron calculados en el programa Primer v6 (Clarke & Gorley, 2006).

b.1. Riqueza específica (S):

Se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas (Moreno, 2001). En los resultados se presenta la riqueza total de especies de anfibios y reptiles evaluados.

b.2. Índice de Shannon-Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev & Penev, 1995, citados en Moreno, 2001). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que están representadas en la muestra. El valor de H' puede variar entre 0 y ln(S), donde «S» es el número total de especies. Tiende a cero en comunidades poco diversas y es igual al logaritmo de la riqueza específica (o H'max.) en comunidades de máxima equitatividad.

Su fórmula es:

$$H' = -\sum p_i \, lnp_i \tag{6.12}$$

Donde:

H': Indice de diversidad de la muestra

pi : Proporción del total de la muestra que corresponde a la

especie

b.3. Índice de diversidad de Simpson (D)

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974 citados en Moreno, 2001). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse mediante la fórmula:

$$D = 1 - \sum p_i^2 (6.13)$$

Donde:

pi : 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.

c. Diversidad beta

c.1. Índice de Morisita

Este índice expresó cuan semejantes fueron dos muestras en base a la abundancia proporcional de cada especie en dichas muestras (Magurran, 1988; Krebs, 1989; Moreno, 2001). Este índice está definido por:





$$Morisita_{jk} = \frac{2\sum_{i=1}^{s} (x_{ij}x_{ik})}{(\lambda_1 + \lambda_2)\sum_{i=1}^{s} x_{ij}\sum_{i=1}^{s} x_{ik}}$$
(6.14)

Donde:

Xij, Xik: Número individuos de la especie i en las muestras J y K.

Nj: ∑ Xij: Total de individuos en la muestra J.

Nk: ∑ Xik: Total de individuos en la muestra K.

d. Rarefacción y extrapolación basadas en el tamaño de la muestra

Debido a que se realizaron diferentes esfuerzos de muestreo en cada zona de evaluación, se realizó un análisis de rarefacción/extrapolación (Chao et al., 2016) en función del tamaño de muestra más pequeño, dado que es recomendable realizar la extrapolación sin exceder el doble del tamaño mínimo de la muestra observada (Colwell et al., 2012). Este análisis se realizó con el paquete estadístico INext en el programa R.

e. Determinación de especies endémicas o amenazadas

Las especies de anfibios y reptiles endémicas de Perú fueron determinadas mediante la revisión de bibliografía especializada como las descripciones originales de las especies o aquellas que indiquen la ampliación de rango. Adicionalmente se consultaron bases de datos en línea como «Reptile Database» (Uetz et al. 2018), «Amphibian species of the world» (Frost, 2018), «Amphibiaweb» (2018) y la página de la lista roja de especies amenazadas del International Union for the Conservation of Nature (IUCN, 2018).

Los anfibios y reptiles registrados durante la evaluación, fueron contrastados con la información de las especies amenazadas por el Estado Peruano (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI), siendo categorizados como: Especies en peligro crítico (CR), Especies en peligro (EN), Especies Vulnerables, Especies casi amenazadas (NT) y Datos Insuficientes (DD). Asimismo, se utilizó la clasificación internacional según IUCN (2018) y el listado de especies incluidas en los apéndices de la CITES (2017).

Finalmente se realizó un registro fotográfico de todas las especies de anfibios y reptiles registrados y los hábitats evaluados en cada ecosistema frágil, los cuales se presentan en el Anexo 7 y 8.

6.7.5.2. Aves

La avifauna fue caracterizada mediante la composición taxonómica, riqueza de especies y abundancia, entre otros análisis detallados a continuación:

a. Composición taxonómica, riqueza y abundancia

Se realizó la clasificación taxonómica de las aves siguiendo orden taxonómico (orden, familia y especie). El listado de las aves siguió la clasificación taxonómica de la lista de aves de Perú (Plenge, 2018).

La riqueza específica (S) constituyó el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001). En los resultados se presenta la riqueza total de especies de aves por hábitats y por zonas de ecosistemas frágiles.



CIEMPRICA

OEFA-THE





La abundancia representó la suma total de los individuos de una especie o especies obtenida mediante un muestreo (Bibby *et al.*, 1998). Esta abundancia junto con la riqueza de especies obtenida mediante los transectos lineales y conteos totales se utilizó para el cálculo de los índices de diversidad alfa y beta.

b. Índices de diversidad alfa

La medición de la diversidad alfa se basó en la cuantificación de la riqueza específica y en la estructura de la comunidad (Moreno, 2001). Para la cuantificación de la riqueza específica se presentó la riqueza total encontrada en el área de estudio. Para la medición de la estructura de la comunidad de aves se utilizó el índice de Shannon - Wiener (H') y diversidad de Simpson (1-D), los que fueron calculados por zona de evaluación en el programa PAST (Hammer et al., 2001).

b.1. Índice de Shannon-Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev & Penev, 1995, citados en Moreno, 2001). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988 citado en Moreno, 2001).

Su fórmula es:

$$H' = -\sum pilnpi \tag{6.15}$$

Donde:

H': índice de diversidad de la muestra.

Pi: Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i.

El valor de H' se encuentra acotado entre 0 y ln(S), donde «S» es el número total de especies. Tiende a cero en comunidades poco diversas y es igual al logaritmo de la riqueza específica (o H'max) en comunidades de máxima equitatividad.

b.2. El índice de diversidad de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974 citados en Moreno, 2001). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse mediante la fórmula:

$$D = 1 - \sum pi^2 (6.16)$$







Donde:

pi : 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

c. Diversidad beta (índices de similitud)

Para calcular la diversidad beta se usó el índice de similitud, Morisita, el cual expresa cuan semejantes son dos muestras en base a la abundancia proporcional de cada especie en dichas muestras (Magurran, 1988; Krebs, 1989 y Moreno, 2001). Este índice basado en abundancias, es ampliamente utilizado y recomendado para inventarios biológicos (Moreno, 2001).

Se realizaron análisis gráficos de agrupamiento mediante dendrogramas (clusters) para comparar las potenciales semejanzas entre hábitats y zonas evaluadas. Este análisis gráfico fue realizado utilizando el algoritmo de UPGMA, el cual realiza un promedio de las distancias calculadas.

El índice Morisita está definido por:

$$Morisita_{jk} = \frac{2\sum_{i=1}^{s} (x_{ij}x_{ik})}{(\lambda_1 + \lambda_2)\sum_{i=1}^{s} x_{ij}\sum_{i=1}^{s} x_{ik}}$$
(6.17)

Donde:

Xij, Xik: Número individuos de la especie i en las muestras J y K.

Nj: ∑ Xij: Total de individuos en la muestra J.

Nk: ∑ Xik: Total de individuos en la muestra K.

d. Determinación de especies endémicas, amenazadas y migratorias

Las especies endémicas de Perú y migratorias se determinaron según Schulenberg et al. (2010) y Plenge (2014), y las especies endémicas de los Biomas según Stolz et al. (1996).

Para determinar las especies amenazadas, la lista de aves se contrastó con la categorización de especies amenazadas del Estado Peruano (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI), y con la clasificación internacional según la International Union for the Conservation of Nature (IUCN, 2018). Asimismo, se listó las especies incluidas en los apéndices de la CITES (2017) y las especies incluidas en los apéndices de la convención sobre la conservación de las especies migratorias (CMS, 2015).

Finalmente se realizó un registro fotográfico de las especies de aves registradas y los hábitats evaluados en cada ecosistema frágil, los cuales se presentan en el Anexo 7.









6.7.5.3. Mamíferos

a. Análisis para el censo por transectos

a.1. Índices de ocurrencia (IO)

Ministerio

del Ambiente

Este índice provee una lista de especies confirmadas basadas en las evidencias acumuladas (rastros y entrevistas). Siguiendo el criterio de Boddicker et al. (2002), cuando los puntos acumulados de las diferentes evidencias alcanzan un mínimo de 10 puntos o más, se concluye que la especie está presente en el sitio. Los valores para cada uno de estos registros están contenidos en la Tabla 6-37.

a.2. Índice de abundancia (IA)

Teniendo en cuenta que los registros incluyen avistamientos directos e indirectos, se vio conveniente no aplicar el índice de abundancia relativa a la distancia (IARD), porque tiende a sobrestimar o subestimar, de modo que se optó por determinar el Índice de abundancia (IA). La aplicación del índice de abundancia es el más apropiado cuando no es posible una gran cobertura en un tiempo relativamente corto, de modo que para este propósito se usó la metodología descrita particularmente por Rodríguez y Amanzo (2001), donde los valores iguales o superiores a 25 indica mayor actividad de una especie en el área de estudio, y valores inferiores a 25 indica niveles bajos de actividad. Asumiendo que cada registro es un evento diferente, el Índice de abundancia se obtuvo multiplicando el valor de un tipo de evidencia por el número de veces en que fue registrado. La sumatoria de todos los productos indica el índice de abundancia (Tabla 6-37).

Tabla 6-37. Puntaje para diferentes tipos de evidencias, utilizado para calcular el índice de ocurrencia²⁹.

Tipo de evidencia	Puntaje
Evidencia no ambigua:	-
Especie observada	10
Evidencia de alta calidad:	-
Huellas	5
Despojos (Huesos, pelos, cerdas)	5
Identificación por residentes locales	5
Vocalizaciones, emanación de sustancias odoríferos	5
Evidencias de baja calidad:	-
Camas, madrigueras, caminos, rasguños	4
Restos fecales	4
Restos de alimentos	4
() No corresponde	

⁽⁻⁾ No corresponde.

b. Índices de Diversidad

Para comparar la diversidad entre los lugares y unidades de vegetación se usaron los Índices de Diversidad de Shannon y de dominancia de Simpson

SACY

Tomado de Boddicker et al. 2001



(Moreno, 2001). El cálculo de estos índices se hizo mediante la aplicación del programa Past3 para Windows.

Según estos índices, los valores más altos corresponden a una gran riqueza de especies (número de especies) y heterogeneidad (distribución del número de cada especie). La fórmula de Shannon es la siguiente:

$$H = -\sum (pi)(\log 2pi) \tag{6.18}$$

Donde:

pi : Abundancia proporcional de la especie.

i : Número de individuos de la especie i dividido entre el número total de Individuos de la muestra.

Para la elaboración de la curva de acumulación de especies se utilizó el programa estadístico StimatesWin208 (Colwell, 2011).

c. Análisis para las cámaras trampa

c.1. Recolección de datos fotográficos y análisis de información

Los datos fotográficos fueron analizados con el programa Camera Base, una base de datos en el programa Access, específicamente diseñada para analizar fotos de cámaras trampa (Tobler, 2013). Para el análisis de datos se consideraron todas las fotos excepto aquellas en blanco o las que registraron a personas. Se calculó la frecuencia de captura de cada especie usando el número de apariciones en 1000 días-cámara.

La frecuencia de captura es el número de cámaras en las cuales aparece el animal. El número de apariciones cuenta los eventos independientes (cada evento tiene un intervalo de 30 minutos).

Los datos proporcionados por las cámaras sirvieron para crear una base de datos para el análisis e interpretación de la diversidad y abundancia de mamíferos silvestre que habitan en el área de influencia del proyecto minero Utunsa.

d. Determinación de especies endémicas y/o amenazadas

Las especies de mamíferos endémicas de Perú fueron determinadas mediante la revisión de la página de la Lista Roja de especies amenazadas de la IUCN (2018).

Para determinar las especies amenazadas, la lista de especies registrada se contrastó con la categorización de especies amenazadas del Estado Peruano (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI), y con la clasificación internacional según IUCN. Asimismo, se listó las especies incluidas en los apéndices de la CITES (2017).

Finalmente se realizó un registro fotográfico (Anexo 7) con las especies de mamíferos registrados por las cámaras trampa y los hábitats evaluados en cada ecosistema frágil.



A CSY





7. **RESULTADOS**

7.1 Calidad de agua superficial, sedimentos y cominudades hidrobiológicas

Los resultados de aqua fueron comparados con los ECA para aqua Cat.3 aprobados por D.S N.º 015-2015-MINAM y debido a que los valores de los parámetros evaluados son los mismos en los ECA para agua Cat.3 del D.S. N.º 004-2017-MINAM, se realizó un solo análisis.

7.1.1 Microcuenca Yahuarmayo

Ministerio

del Ambiente

7.1.1.1 Resultados de agua superficial comparados con los ECA

Zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha

a. pH

En la Figura 7-1 se representa gráficamente los valores de potencial de hidrógeno (pH) en laguna Puccacocha, laguna Pistoro y tributarios, donde se puede apreciar que en la laguna Pistoro y tributarios se encontraron dentro del rango establecido en los ECA para aqua Cat.3 D1 y D2 (2015 y 2017), excepto en un punto de la laguna Pistoro (LPist3) que reportó un pH ligeramente ácido en la época seca. El pH en la laguna Puccacocha fueron ácidos tanto en la época seca como en la húmeda y no cumplieron con los estándares mencionados.

Zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios

a. pH

En la Figura 7-2 se presenta los valores de potencial de hidrógeno (pH) en el agua superficial de la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, donde se puede apreciar que los puntos evaluados solo en época humeda, QLoca1 (quebrada Local), QQello1 (Quebrada Qellohuayco, tributario de la quebrada Local) y QYahu3-AB incumplieron los ECA para agua Cat.3 (2015 y 2017); caso contrario ocurre con el punto QYahu1A (quebrada Yahuarmayo) y QSNYahu1 (tributario de la quebra Yahuarmayo) que cumplieron con los estándares antes mencionados..Por otro lado, los puntos evaluados en época seca y húmeda QLoca2, QLoca3, QYahu1, QYahu2, QYahu3, incumplieron con los estándares mencionados.

b. Aluminio

En la Figura 7-3 se muestra las concentraciones de aluminio en el agua superficial en la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, donde se puede apreciar que en la quebrada Local (QLoca1, QLoca2 y QLoca3) en la época húmeda, presentaron las mayores concentraciones, llegando a exceder los ECA para agua Cat.3. D1 y D2 (2015 y 2017). Las concentraciones de aluminio en el agua superficial de los otros puntos evaluados se encontraron cumpliendo con los estándares antes mencionados, tanto en la época seca y húmeda.



c. Cobre

En la Figura 7-4 se presenta las concentraciones de cobre en el agua superficial de la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, donde se puede apreciar que en la quebrada Local (QLoca1, QLoca2) se presentaron las mayores concentraciones en la época húmeda, llegando a exceder los valores de los ECA para agua Cat.3. D1 y D2 (2015 y 2017). Las concentraciones de cobre en el agua superficial de los otros puntos evaluados se encontraron cumpliendo con los estándares antes mencionados, tanto en la época seca y húmeda.

d. Hierro

En la Figura 7-5 se presenta las concentraciones de hierro en el agua superficial de la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, donde se puede apreciar que en la quebrada Local (QLoca1) presentó la mayor concentración en la época húmeda, llegando a exceder los ECA para agua Cat.3. D1 (5 mg/L). Las concentraciones de hierro en el aqua en los otros puntos evaluados se encontraron cumpliendo con los estándares antes mencionados, tanto en la época seca y húmeda.

e. Manganeso

En la Figura 7-6 se presenta las concentraciones de manganeso en el agua superficial de la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, donde se puede apreciar que en la quebrada Local (QLoca1, QLoca2) se presentaron las mayores concentraciones en la época húmeda, llegando a exceder el valor de los ECA para agua Cat.3. D1 y D2 (0,2 mg/L). Las concentraciones de manganeso en el agua superficial de los otros puntos evaluados se encontraron cumpliendo con los estándares antes mencionados, tanto en la época seca y húmeda.

f. Níguel

En la Figura 7-7 se presenta las concentraciones de níquel en las aquas superficiales de la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, donde se puede apreciar que en la quebrada Local (QLoca1) en la época húmeda, excedió los ECA para agua Cat.3. D1 (0,2 mg/L), pero no el valor de la Cat.3. D2 (1 mg/L). Las concentraciones de níquel en el agua superficial en los otros puntos evaluados se encontraron cumpliendo con los estándares antes mencionados, tanto en la época seca y húmeda.







Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Amisienta

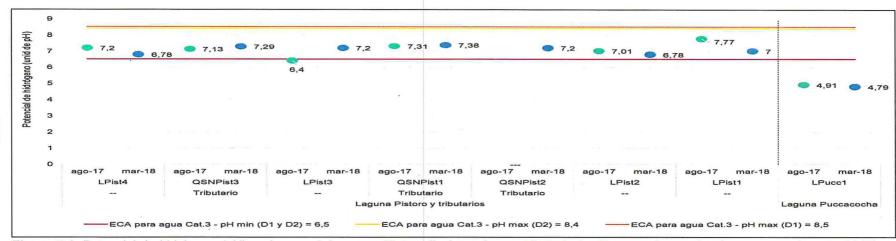


Figura 7-1. Potencial de hidrógeno (pH) en la zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha, en las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

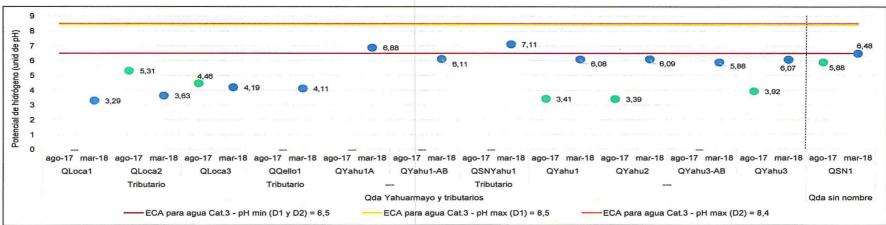


Figura 7-2. Potencial de hidrógeno (pH) en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, en las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

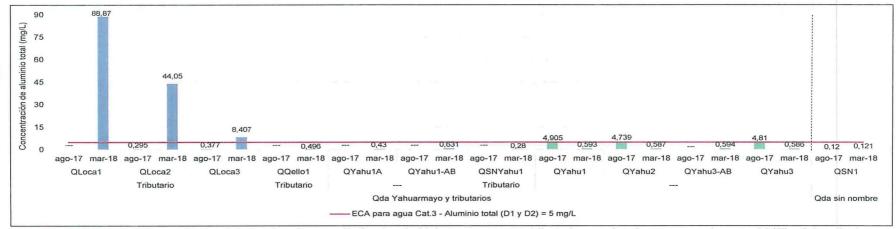


Figura 7-3. Concentraciones de aluminio total en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, en las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

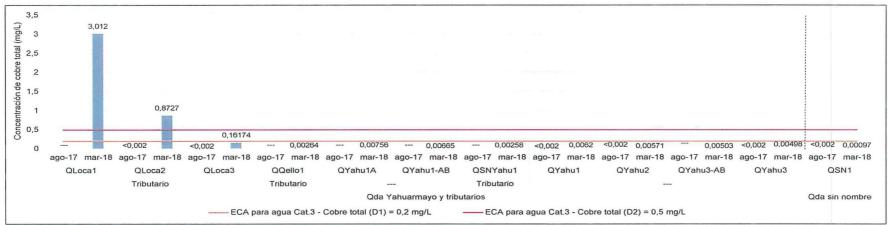


Figura 7-4. Concentraciones de cobre total en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, en las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

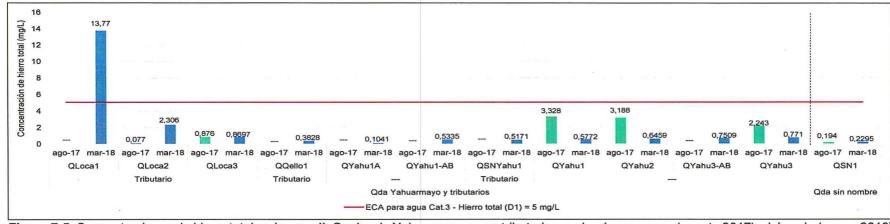


Figura 7-5. Concentraciones de hierro total en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, en las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

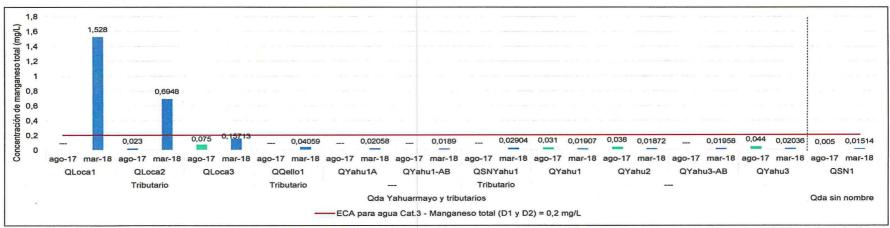


Figura 7-6. Concentraciones de manganeso total en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, en las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)



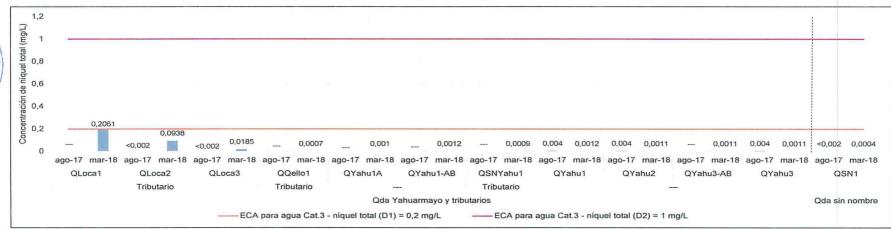


Figura 7-7. Concentraciones de níquel total en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, en las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

7.1.1.2 Caracterización hidroquímica

a. Error balance iónico (EBI)

En la Tabla 7-1 se muestran los valores de aniones y cationes considerados en la evaluación del balance iónico de los puntos muestreados de la microcuenca Yahuarmayo. Los puntos de muestreo QSNPist2 y LPucc1 superaron el EBI aceptable y estos puntos tuvieron conductividad muy baja, 12 µS/cm y 18 µS/cm respectivamente, en estos puntos se observa que la suma de aniones y cationes es menor a 1 meg/L. A este nivel, los valores de concentración se encuentran muy cerca al límite de cuantificación (L.C.) y las desviaciones aceptables para valores cercanos al L.C. es de 50 %, debido a la variabilidad relativa existente. por lo que podría esperarse que el EBI supere el ±10 %. Para niveles de concentración bajos, donde la suma de aniones y cationes no supera 5 meg/L. Nordstrom et al. (2008) consideró válido los datos del balance de carga con desviación estándar <±20 %.

Ademas, a pesar de tener valores de concentración bajos, en la Figura 7-8 se observa que el coeficiente de correlación (R2) es igual a 1 y la pendiente es igual a 1,1144, valores que indican que en general existe muy buena correspondencia catión - anión por punto de muestreo, por lo que el balance iónico puede considerarse aceptable.







Tabla 7-1. Balance iónico de los cuerpos agua de la microcuenca Yahuarmayo

Cuerpo de agua	Código	HCO₃⁻	Cl	SO ₄ -	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	EBI (%)	Σaniones	Σcationes	рН	CE µS/cm 25°C
		A HEA	TE BOOK	Zona I: La	aguna Pist	oro (incluy	endo sus	tributarios) y Pucca	cocha	200					1	
Laguna Pistoro	LPist1	0,111	0,000	0,028	0,067	0,021	0,061	0,013	0,003	0,001	0,001	0,000	9	0,140	0,167	7,0	33
Laguna Pistoro	LPist2	0,134	0,000	0,026	0,065	0,021	0,047	0,011	0,003	0,001	0,001	0,000	-4	0,160	0,148	6,8	14
Laguna Pistoro	LPist3	0,141	0,000	0,028	0,065	0,022	0,062	0,013	0,002	0,001	0,001	0,000	-1	0,169	0,165	7,2	17
Laguna Pistoro	LPist4	0,138	0,000	0,027	0,078	0,023	0,054	0,008	0,003	0,001	0,001	0,000	1	0,165	0,168	6,8	15
Tributario 1 de la laguna Pistoro	QSNPist1	0,210	0,000	0,024	0,118	0,029	0,068	0,016	0,003	0,001	0,000	0,000	0	0,234	0,236	7,4	32
Tributario 2 de la laguna Pistoro	QSNPist2	0,129	0,008	0,045	0,055	0,025	0,045	0,011	0,003	0,002	0,000	0,000	-13	0,182	0,141	7,2	12
Tributario 3 de la laguna Pistoro	QSNPist3	0,148	0,000	0,027	0,064	0,023	0,058	0,010	0,003	0,005	0,000	0,000	-3	0,174	0,162	7,3	51
Laguna Puccacocha	LPucc1	0.054	0.000	0.107	0.034	0.011	0.023	0.019	0.015	0.003	0.001	0.000	-20	0.161	0.107	4.8	18
				Z	ona II: Qu	ebrada Ya	ahuarmayo	y sus trib	utarios				That is				
Quebrada Local	QLoca1	0,000	0,037	12,717	0,797	0,212	0,110	0,179	9,187	0,690	0,104	0,013	-6	12,754	11,291	3,3	1069
Quebrada Local	QLoca2	0,000	0,014	5,619	0,452	0,118	0,055	0,102	4,618	0,117	0,048	0,008	-1	5,633	5,518	3,6	555
Quebrada Local	QLoca3	0,000	0,000	1,128	0,120	0,036	0,032	0,030	0,841	0,037	0,010	0,002	-1	1,128	1,109	4,2	146
Quebrada Yahuarmayo	QYahu1A	0,103	0,000	0,072	0,079	0,023	0,046	0,010	0,009	0,002	0,001	0,000	-2	0,175	0,168	6,9	17
Quebrada Yahuarmayo	QYahu1- AB	0,057	0,002	0,138	0,091	0,032	0,063	0,017	0,003	0,015	0,001	0,000	6	0,197	0,221	6,1	24
Tributario 1 de la quebrada Yahuarmayo	QSNYahu1	0,107	0,000	0,199	0,139	0,058	0,082	0,026	0,012	0,013	0,002	0,000	4	0,305	0,331	7,1	37
Quebrada Yahuarmayo	QYahu1	0,049	0,003	0,160	0,103	0,032	0,057	0,016	0,011	0,017	0,001	0,000	5	0,212	0,236	6,1	27
Quebrada Yahuarmayo	QYahu2	0,057	0,000	0,185	0,087	0,029	0,056	0,014	0,003	0,017	0,001	0,000	-8	0,242	0,207	6,1	28
Quebrada Yahuarmayo	QYahu3- AB	0,044	0,000	0,174	0,088	0,034	0,059	0,015	0,003	0,020	0,001	0,000	1	0,218	0,221	5,9	28
Quebrada Qellocasa	QSN1	0,062	0,003	0,039	0,039	0,014	0,037	0,024	0,006	0,006	0,001	0,000	10	0,104	0,126	6,5	12

HCO₃: Bicarbonatos, Cl: Cloruros, SO₄²: Sulfatos, Ca: Calcio disuelto, Mg: Magnesio disuelto, Na: Sodio disuelto, K: Potasio disuelto, Al: Aluminio, Fe: Hierro, Mn: Manganeso, Zn: Zinc. Σcationes: Suma de cationes, Σaniones: Suma de aniones, EBI: Error de Balance iónico.

: EBI mayor al 10 %.



CE: Conductividad eléctrica a 25° C en µS/cm
*El error de balance iónico se calculó en base a los metales disueltos.

del Ambiente

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

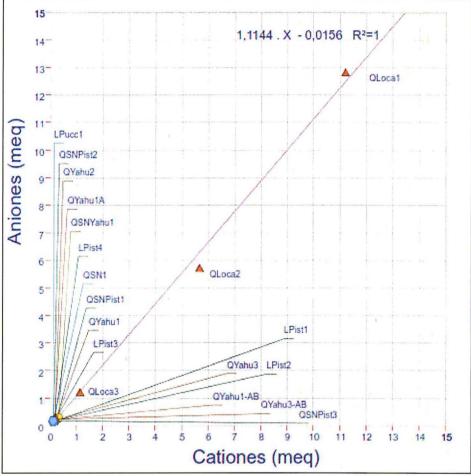


Figura 7-8. Correlación de aniones y cationes, de los cuerpos de agua de la microcuenca Yahuarmayo

b. Diagramas hidroquímicos

b.1. Diagrama de Piper

De acuerdo al diagrama de la Figura 7-9, los puntos de la laguna Pistoro y sus afluentes (cuadrado de color verde) se ubican agrupados en la zona de bicarbonatadas cálcicas, y la mayor parte de los puntos de la quebrada Yahuarmayo (incluyendo a la quebrada local, triángulos de color anaranjado) y su tributario se ubicaron en la zona de sulfatadas cálcicas; los puntos de muestreo de la laguna Puccacocha (LPucc1) y la quebrada Qellocasa (QSN1) (rombo de color azul) se ubicaron cerca a la zona no definida en el diagrama de Piper (entre cálcicas y sódicas).

Zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha

En la Figura 7-9 se puede observar que todos los puntos de muestreo de la laguna Pistoro y sus afluentes, presentaron más de 70 % de aniones como bicarbonato y entre 50 % y 70 % de cationes entre calcio y magnesio, por lo que se ubican en el rombo en las aguas de facies bicarbonatadas cálcicas magnésicas.









La laguna Puccacocha (LPucc1) registró más de 60 % de aniones como sulfato y más 50 % de cationes entre calcio y magnesio, por esto, este punto cae en el rombo de aguas de facies sulfatadas cálcicas magnésicas (Figura 7-9).

Zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios

Los puntos de la quebrada Local presentaron más de 90 % de aniones como sulfatos y más de 70 % de cationes entre calcio y magnesio, por lo que se ubicaron en la parte superior del rombo de las aguas de facies sulfatadas cálcicas magnésicas.

Los puntos de la quebrada Yahuarmayo, presentaron entre 60 % y 80 % de aniones como sulfatos y más de 60 % de cationes entre calcio y magnesio, por lo que se ubicaron en la parte media del rombo de las aguas de facies sulfatadas cálcicas magnésicas; el punto QYahu1A, ubicado también aguas abajo de la quebrada Local, también recibe las aguas de la laguna Pistoro, y registraron más de 60 % de aniones como bicarbonato y más de 60 % de cationes entre calcio y magnesio, por lo que caen en el rombo de aguas de facies bicarbonatadas cálcicas magnésicas.

El punto QSN1 (quebrada Qellocasa), presentó más de 60 % de aniones como bicarbonato y más de 50 % de cationes entre sodio y potasio, por lo que se ubican en el rombo en las aguas de facies bicarbonatadas sódicas potásicas (Figura 7-9).





del Ambiente

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

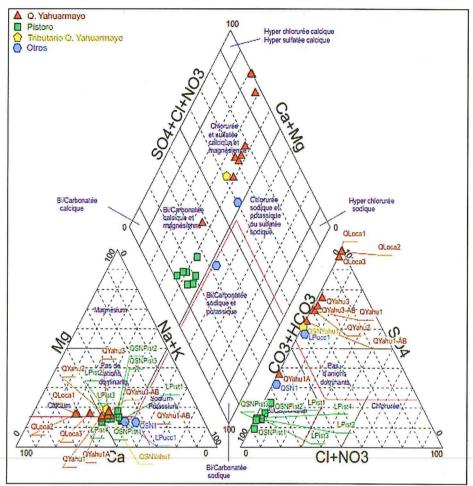


Figura 7-9. Diagrama de Piper para los cuerpos de agua de la microcuenca Yahuarmayo, zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha. y zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios.

b.2. Diagrama de Stiff

Zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha

En la Figura 7-10a se observa que las aguas de la laguna Pistoro y sus afluentes, y las aguas de la laguna Puccacocha presentaron muy débil mineralización; así tenemos que, en las muestras de aqua para todos los puntos de muestreo, LPist1, LPist2, LPist3, LPist4, QSNPist1, QSNPist2 y QSNPist3, la suma de aniones (o cationes) y la conductividad fueron menores a 0,3 meq/L y 55 μS/cm respectivamente.

Estos cuerpos de agua de muy baja concentración de iones caen en los rombos de aguas carbonatadas cálcicas o sódicas-potásicas y predominaron los aniones carbonatos (mayor a 0,1 meg/L) en comparación con los aniones sulfatos (de concentración menor a 0,05 meg/L) a excepción de la laguna Puccacocha (LPucc1) de ligera predominancia de aniones sulfatos, por lo que caen en el polígono tipo sulfatada cálcica (Figura 7-10a)





Zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios

En la Figura 7-10b se observa a dos grupos de cuerpos de agua que presentaron mineralización variable: en el primer grupo tuvimos muestras de agua de concentración mayores a 1 meq/L (conductividad mayor a 100 μ S/cm), que correspondieron a los puntos de agua de la quebrada Local; en el segundo grupo tuvimos aguas de concentración de iones menores a 0,4 meq/L (conductividad menor a 30 μ S/cm), que correspondieron a los puntos de la quebrada Yahuarmayo.

El primer grupo de cuerpos de agua (quebrada Local) registró concentraciones iónicas entre 1 meq/L y 13 meq/L, lo que se advierte con la conductividad desde 146 hasta 1069 μS/cm y sólidos disueltos totales entre 110 y 838 mg/L, que corresponden a aguas de débil a excesiva mineralización. Este primer grupo pertenece a rómbicos del tipo de aguas sulfatadas cálcicas, que corresponde con la predominante concentración de sulfatos (entre 54,2 mg/L y 610,8 mg/L) en comparación con los demás aniones (cloruros, bicarbonatos) que no superaron la concentración de 1,3 mg/L.

El segundo grupo de cuerpos de agua (quebrada Yahuarmayo y tributarios) registró concentración de iones menores a 0,3 meq/L, lo que se advierte con la baja conductividad menor a 30 μS/cm y sólidos disueltos totales menores a 23 mg/L, que corresponden aguas de muy débil mineralización. Este segundo grupo se ubicaron en los polígonos del tipo de aguas sulfatadas cálcicas, y bicarbonatadas cálcicas, sin embargo, los polígonos geométricos no están bien definidos y no hubo predominancia de algún tipo de ión, debido a la muy baja concentración de iones en las aguas, de menos de 0,4 meg/L.

Por otro lado, el punto QSN1 (quebrada Qellocasa), presentó muy débil mineralización, como puede observarse en la Figura 10b, de concentración de iones menor a 0,1 meq/L y predominancia de aniones bicarbonatos y ligera predominancia del catión calcio, por lo que se clasificó como aguas bicarbonatadas cálcica.

SUBOLING CIENTRICA OFFA. WITHING OFFA. WITHI



del Ambiente

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

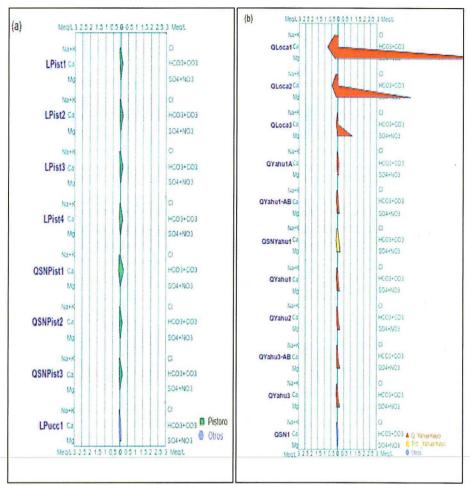


Figura 7-10. Diagrama de Stiff para los cuerpos de agua de la microcuenca Yahuarmayo. a) zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha. b) zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios.

b.3. Diagrama de Schöeller-Berkaloff

Zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha

En la Figura 7-11(a), se presenta el diagrama de Schöeller-Berkaloff de las lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha, donde se puede observar que las aguas presentaron muy débil mineralización; en todos los puntos de muestreo, LPist1, LPist2, LPist3, LPist4, QSNPPist1, QSNPist2, QSNPist3 y LPucc1, la concentración de los iones (o cationes) y la conductividad fueron menores a 0,15 meq/L y 55 µS/cm respectivamente.

Así también se observa que el anión bicarbonato predominó en comparación con los otros aniones en todos los puntos de muestreo a excepción del punto LPucc1, donde predominó el anión sulfato. Asimismo, se observa que no hubo una predominancia definida para los cationes, por lo que las aguas de este grupo fueron de composición bicarbonatadas cálcicas y sódicas, a excepción del punto LPucc1, que fue de tipo sulfatada sódica.



Zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios

En la Figura 7-11(b), tenemos a los cuerpos de agua de las quebradas Local y Yahuarmayo, donde se puede observar al igual que en los diagramas Stiff, dos grupos: en el primer grupo (puntos de la quebrada Local: QLoca1, QLoca2 y QLoca3), de concentración de iones mayor a un meg/L y; el segundo grupo (puntos de la quebrada Yahuarmayo: QYahu1A, QYahu1-AB, QSNYahu1, QYahu1, QYahu2 y QYahu3-AB) de concentración de iones menor a 0,2 meq/L.

En el primer grupo se observa que los puntos de agua presentaron entre débil y excesiva mineralización (conductividad entre 100 y 1100 μS/cm), donde las concentraciones de sulfatos estuvieron entre 1 y 13 meg/L, en contraste con las concentraciones poco significativas de aniones bicarbonatos y cloruros. Se observa además que el catión calcio (0,46 meg/L) predominó en relación a los cationes magnesio (0,12 meg/L) y sodio (0,07 meg/L). Estos puntos caen en la zona sulfatada cálcica.

En el segundo grupo se observa que los puntos presentaron muy débil mineralización, de concentraciones de iones menores a 0,3 meg/L. En este grupo, el sulfato presentó mayor concentración (0,13 meg/L en promedio) en comparación con los otros aniones como bicarbonato (0,07 meg/L en promedio). Se observa además que no hubo dominancia de cationes, por lo que las composiciones de estos cuerpos de agua fueron sulfatadas cálcicas y sulfatadas sódicas-magnésicas, a excepción del punto QYahu1A de la quebrada Yahuarmayo, que registró mayor concentración del anión bicarbonato, por lo que presentó la composición bicarbonatada cálcica.

Las aguas del punto de muestreo QSN1 (quebrada Qellocasa), presentaron muy débil mineralización; la concentración de los aniones o cationes fueron menores a 0,1 meg/L (conductividad menor a 15 µS/cm) y predominó los aniones bicarbonatos.

del Ambiente

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

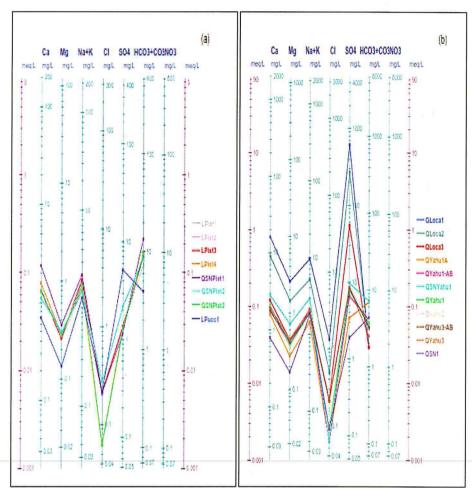


Figura 7-11. Diagrama de Schöeller-Berkaloff para los cuerpos de agua de la microcuenca Yahuarmayo a) zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha. b) zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios

c. Relaciones iónicas

En esta sección se relacionó los aniones cloruro (CI-), sulfato (SO₄-2), bicarbonato (HCO₃-) y los cationes sodio (Na), calcio (Ca), magnesio (Mg), estroncio (Sr), aluminio (Al), manganeso (Mn); así como el pH, y de esa manera establecer si existe correlación entre iones y cationes. A continuación, se considerará a aquellos iones que tuvieron alguna razón de proporcionalidad.

Debe anotarse que, en la mayoría de los puntos de muestreo, las concentraciones fueron poco significativas, y en muchos casos la concentración de los iones fue menor a 1 meg/L, por lo que no se esperó que las gráficas muestren una razón de proporcionalidad definida, a causa de la variabilidad de las concentraciones a nivel bajo, esto es, valores que se ubicaron cerca al límite de cuantificación, donde la precisión es baja. Para mayor detalle en cuanto a la visualización de las Figuras 7-12, 7-13 y 7-14.

En la microcuenca Yahuarmayo, puede observarse puntos agrupados cercanos a los ejes, debido a la concentración poco significativa o la falta de proporcionalidad de los iones. Este comportamiento se encontró en cloruros (Figura 7-12) y sulfatos (Figura 7-13), en todos los puntos de la laguna Pistoro



y sus afluentes, en la laguna Puccacocha (LPucc1), y en los puntos de muestreo de la quebrada Yahuarmayo, incluyendo a la quebrada Qellocasa (QSN1).

Solo en los puntos de la quebrada Local se observó correspondencia entre los cloruros y cationes, y sulfatos y cationes. En los puntos QLoca1, QLoca2 y QLoca3, el anión cloruro (cercano a 0,36 meq/L) obtuvo buena correspondencia con los cationes Mg, K, Al, Mn, Sr y Ca; el R2, en todas las relaciones fue mayor a 0,9. Este comportamiento es importante a pesar que la concentración del ion cloruro fue relativamente bajo. De igual manera los iones sulfatos obtuvieron buena correspondencia con los Mg, K, Al, Mn, Sr y Ca; el R2, en todas las relaciones fue mayor a 0,97.

En contraste con las relaciones encontradas de los aniones cloruros y sulfatos en la quebrada local, se observó correspondencia entre el anión bicarbonato y los cationes Mg, Ca, Na y Mn, en todos los puntos de la microcuenca Yahuarmayo a excepción de los puntos de muestreo de la quebrada Local y la quebrada tributaria de la quebrada Yahuarmayo (QSNYahu1) como puede observarse en la Figura 7-12.

De esta manera: todos los puntos de la laguna Pistoro y sus afluentes, todos los puntos de la quebrada Yahuarmayo, la laguna Puccacocha (LPucc1) y la quebrada Qellocasa (QSN1), tuvieron correspondencia positiva entre los bicarbonatos y los cationes magnesio, calcio y sodio, y correspondencia negativa entre los bicarbonatos y el manganeso; al incrementarse los bicarbonatos, se incrementaron los cationes calcio magnesio y sodio, y disminuyó el manganeso.

Por otro lado, se observó que el pH se correlaciona con los sulfatos y bicarbonatos. El pH fue más ácido conforme aumentó la concentración del ion sulfato, y fue más básico conforme aumentó la concentración de los iones bicarbonatos.



TO CEFA TO





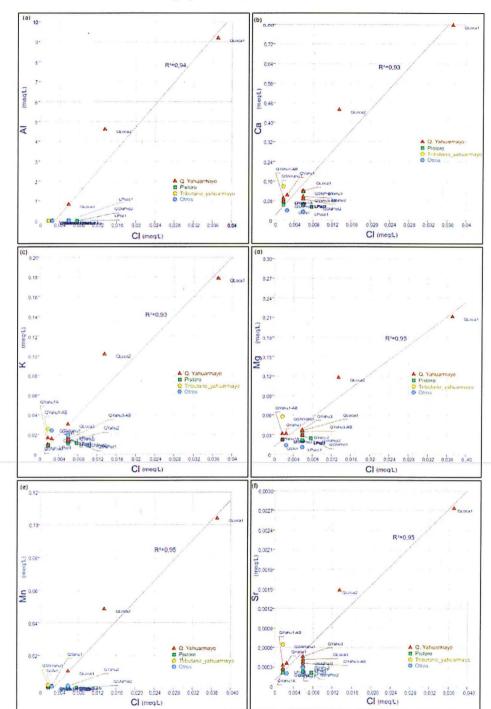


Figura 7-12. Relaciones binarias: a) cloruros (Cl) – aluminio (Al), b) cloruros (Cl) – calcio (Ca), c) cloruros (Cl) – potasio (K), d) cloruros (Cl) – magnesio (Mg), e) cloruros (Cl) –manganeso (Mn) y, f) cloruros (Cl) – estroncio (Sr).

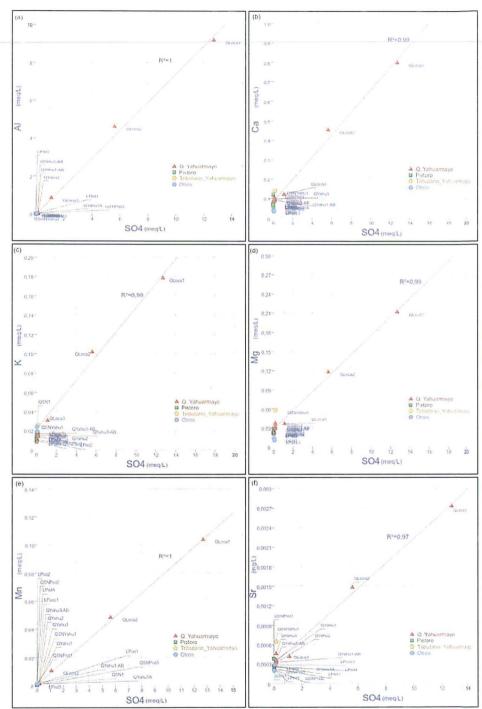


Figura 7-13. Relaciones binarias: a) sulfatos (SO₄) - aluminio (Al), b) sulfatos (SO₄) - calcio (Ca), c) sulfatos (SO₄) - potasio (K), d) sulfatos (SO₄) - magnesio (Mg), e) sulfatos (SO₄) - manganeso (Mn) y f) sulfatos (SO₄) - estroncio (Sr).

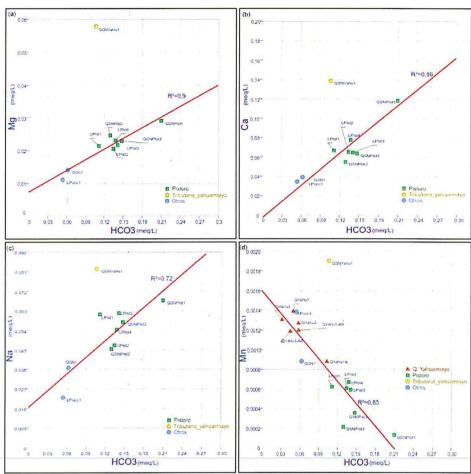


Figura 7-14. Relaciones binarias: a) bicarbonatos (HCO₃) - magnesio (Mg), b) bicarbonatos (HCO₃) - calcio (Ca), c) bicarbonatos (HCO₃) - sodio (Na) y, d) bicarbonatos (HCO₃) - manganeso (Mn)

7.1.1.3 **Sedimentos**

En la Tabla 7-2, se presentan las concentraciones de metales en los sedimentos colectados en los puntos de muestreo ubicados en los principales cuerpos de agua de la microcuenca Yahuarmayo; donde se puede observar que las concentraciones de cromo y zinc no superaron los valores referenciales ISQG y PEL de la CEQG.

Zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha

Las concentraciones de arsénico en los sedimentos de los puntos SED-LPist3 y SED-LPist4 (ubicados en la laguna Pistoro) superaron los valores referenciales ISQG y PEL de la CEQG. Las concentraciones de cadmio y plomo en el sedimento de la laguna Puccacocha (SED-LPucc1) se encontraron superando el valor referencial ISQG de la CEQG, pero no superaron el valor referencial PEL CEQG.

Zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios

Las concentraciones de arsénico en los sedimentos en la quebrada Local (SED-QLoca2), quebrada Yahuarmayo (SED-Yahu1 y SED-Yahu3) y en el tributario 1 de la quebrada Yahuarmayo (SED-QSNYahu1) superaron los valores referenciales



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

ISQG y PEL de la CEQG, asimismo las concentraciones de cadmio en los puntos mencionados, superaron el valor referencial ISQG, pero no el valor referencial PEL de la CEQG. Además, las concentraciones de cobre en el sedimento del tributario 1 (SED-QSNYahu1) y quebrada Yahuarmayo (SED-Yahu-3) y la concentración de mercurio en la quebrada Yahuarmayo (SED-Yahu3) se encontraron superando el valor referencial ISQG de la CEQG.

Tabla 7-2. Concentraciones de metales de los sedimentos de los principales cuerpos de agua de la microcuenca Yahuarmayo, en marzo 2018, comparados con la norma canadiense (CEQG)

canadiense	(OLQO)	1601 - 1,201 - 101 -									
		Micro	ocuenca Yal	nuarmayo							
Cuerpo de	Punto de	Metales totales (mg/kg)									
agua	muestreo	Arsénico	Cadmio	Cobre	Cromo	Mercurio	Plomo	Zinc			
	Zona I: Lagu	nas Pistoro ((incluyendo	sus tributa	rios) y Pu	ccacocha					
Laguna Pistoro	SED-LPist1	3,987	0,174	3,568	2,517	<0,0056	1,21	11,91			
	SED-LPist2	2,271	0,228	1,997	2,893	<0,0056	<0,05	13,56			
	SED-LPist3	19,24	0,211	3,567	2,107	<0,0056	1,97	11,61			
	SED-LPist4	42,02	0,538	6,985	5,275	0,0794	5,58	24,14			
Tributario 2 de la laguna Pistoro	SED-QSNPist2	1,766	0,596	7,89	7,225 <0,0056		<0,05	28,14			
Laguna Puccacocha	SED-LPucc1	150	0,748 29,46		4,167	<0,0056	41,98	15,69			
	Zon	a II: Quebra	da Yahuarm	ayo y sus	tributarios	;					
Tributario 1 de la quebrada Yahuarmayo	SED- QSNYahu1	41,89	2,063	59,56	6,311	<0,0056	21,54	76,48			
Quebrada Local	SED-QLoca2	31,87	0,941	20,2	2,921	<0,0056	3,23	8,103			
Quebrada Yahuarmayo	SED-Yahu1	27,66	0,824	12,08	2,711	<0,0056	3,65	10,45			
	SED-Yahu3	271,8	1,502	38,26	13,86	0,469	31,91	29,34			
IS	QG ^(a)	5,9	0,6	35,7	37,3	0,17	35	123			
Р	EL ^(b)	17	3,5	197	90	0,486	91,3	315			

⁽a) Valor estándar interino de calidad de sedimento (ISQG), por debajo del cual no se presenta efecto biológico

7.1.1.4 Comunidades hidrobiologicas

A continuación, se presentan los resultados de las comunidades hidrobiológicas en los 19 puntos de muestreo ubicados en la microcuenca Yahuarmayo, perteneciente cinco de ellos a ambientes lénticos (lagunas) y 14 a ambientes lóticos (quebradas).

Zona I: Lagunas Pistoro (incluyendo sus tributarios) y Puccacocha

- a. Ambientes lénticos: Lagunas Pistoro y Puccacocha
- a.1. Fitoplancton
 - -Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de fitoplancton en las lagunas Pistoro y Puccacocha estuvo representada por 27 especies durante la época seca (agosto 2017) y 78







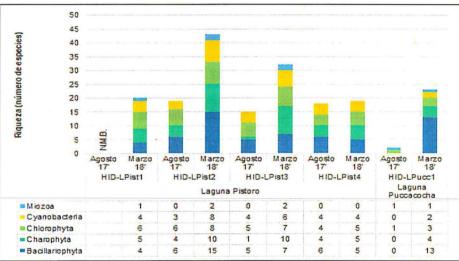
⁽b) Nivel de efecto probable (PEL), valor sobre el cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia en los macroinvertebrados betónicos.

Concentración que superó el valor ISQG.

Concentración que superó el valor PEL.

especies durante la época húmeda (marzo 2018). Durante la época seca se colectaron en la laguna Pistoro cuatro phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria), mientras que en la laguna Puccacocha se colectaron dos phyla (Chlorophyta y Miozoa). Asimismo, durante la época húmeda se colectaron tanto en la laguna Pistoro como en la laguna Puccacocha cinco phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria y Miozoa). Anexo 4.

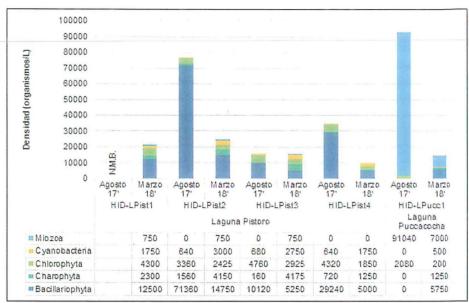
Durante la época seca la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-LPist2 (laguna Pistoro) representado por 19 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) representado por 2 especies. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-LPist2 (laguna Pistoro) representado por 42 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-LPist4 (laguna Pistoro) representado por 18 especies (Figura 7-15).



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-15. Riqueza (número de especies) de la comunidad del fitoplancton según la categoría taxonómica phylum en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

La densidad (abundancia) total acumulada del fitoplancton durante la época seca (agosto 2017) fue de 220680 organismos/L, mientras que durante la época húmeda (marzo, 2018) fue de 87075 organismos/L. Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) representado por 93120 organismos/L, mientras que la menor densidad se dio en HID-LPist3 (laguna Pistoro) representado por 15720 organismos/L. Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-LPist2 (laguna Pistoro) representado por 25075 organismos/L, mientras que la menor densidad se dio en HID-LPist4 (laguna Pistoro) representado por 9850 organismos/L (Figura 7-16). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Peridinium sp. (phylum Miozoa) con 91040 organismos/L, colectada en el único punto evaluado de la laguna Puccacocha: HID-LPucc1. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Tabellaria flocculosa (phylum Bacillariophyta) con 27000 organismos/L, colectada en los cuatro puntos evaluados de la laguna Pistoro: HID-LPist1, HID-LPist2, HID-LPist3 y HID-LPist4 (Anexo 4).



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-16. Densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según la categoría taxonómica phylum en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en las lagunas Pistoro y Puccacocha durante la época seca (agosto 2017) varió desde 1,11 (punto de muestreo HID-LPucc1) hasta 6,02 especies efectivas (punto de muestreo HID-LPist3). En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) varió desde 13,26 (punto de muestreo HID-LPist4) hasta 35,15 especies efectivas (punto de muestreo HID-LPist2).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0,22 (punto de muestreo HID-LPist3) hasta 0,98 (punto de muestreo HID-LPucc1). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,03 (punto de muestreo HID-LPist2) hasta 0,09 (punto de muestreo HID-LPucc1).

Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,15 (punto de muestreo HID-LPucc1) hasta 0,95 (punto de muestreo HID-LPist2). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,88 (puntos de muestreo HID-LPist1 y HID-LPucc1) hasta 0,95 (punto de muestreo HID-LPist2) (Figura

Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica del fitoplancton durante la época húmeda, evidenciándose en valores altos de diversidad verdadera, como valores altos de equidad y valores bajos de dominancia. Por ende, existió una distribución homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en los puntos de muestreo durante la época húmeda, en comparación a la época seca.







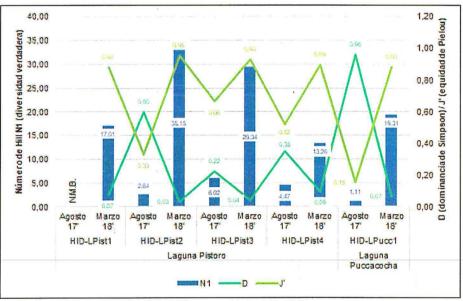


-Diversidad beta

Ministerio

del Ambiente

El análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar dos agrupamientos con una similitud mayor al 50 %. El primer agrupamiento presentó una similitud de géneros del 71,68 % entre los puntos de muestreo ubicados en la laguna Pistoro (HID-LPist2, HID-LPist3 y HID-LPist4) evaluados durante la época seca (agosto 2017). Asimismo, el segundo agrupamiento presentó una similitud de géneros del 52,08 % entre los puntos de muestreo ubicados en la laguna Pistoro (HID-LPist1, HID-LPist2, HID-LPist3 y HID-LPist4) evaluados durante la época húmeda (marzo 2018) (Figura 7-18).



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-17. Diversidad alfa de la comunidad del fitoplancton en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)





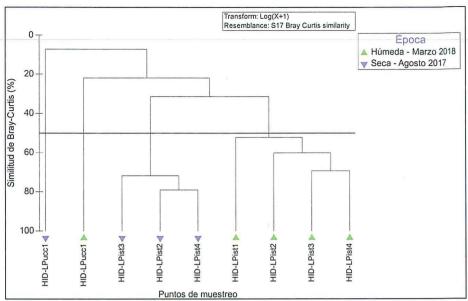


Figura 7-18. Diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad del fitoplancton en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

a.2. Zooplancton

-Composición, riqueza y abundancia de especies

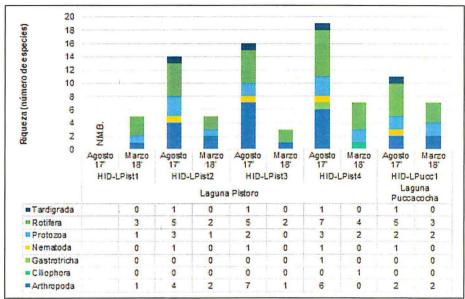
La muestra de zooplancton en las lagunas Pistoro y Puccachocha estuvo representada por 27 especies durante la época seca (agosto 2017) y 14 especies durante la época húmeda (marzo 2018). Durante la época seca se colectaron tanto en la laguna Pistoro como en la laguna Puccacocha cinco phyla (Protozoa, Nematoda, Tardigrada, Rotífera y Arthropoda. Asimismo, durante la época húmeda se colectaron en la laguna Pistoro cuatro phyla (Protozoa, Ciliophora, Rotifera y Arthropoda), mientras que en la laguna Puccacocha se colectaron tres phyla (Protozoa, Rotifera y Arthropoda) (Anexo 4).

Durante la época seca la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-LPist4 (laguna Pistoro) representado por 19 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) representado por 11 especies. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-LPist4 (laguna Pistoro) y en HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) representado por 7 especies en cada uno de ambos puntos, mientras que la menor riqueza se dio en HID-LPist3 (laguna Pistoro) representado por 3 especies (Figura 7-19).



del Ambiente

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



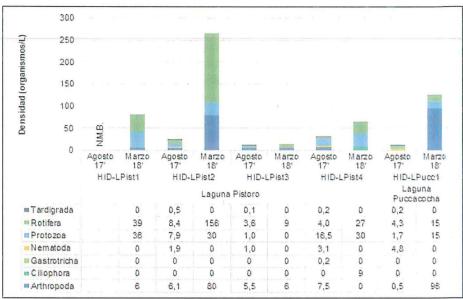
N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-19. Riqueza (número de especies) de la comunidad del zooplancton según la categoría taxonómica phylum en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

La densidad (abundancia) total acumulada del zooplancton en las laguanas Pistoro y Puccacocha durante la época seca fue de 79 organismos/L, mientras que durante la época húmeda fue de 554 organismos/L. Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-LPist4 (laguna Pistoro) representado por 31,5 organismos/L, mientras que la menor densidad se dio en HID-LPist3 (laguna Pistoro) representado por 11,3 organismos/L. Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-LPist2 (laguna Pistoro) representado por 266 organismos/L, mientras que la menor riqueza se dio en HID-LPist3 (laguna Pistoro) representado por 15 organismos/L (Figura 7-20). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Euglypha sp. (phylum Protozoa) con 19,52 organismos/L, colectada en los cuatro puntos evaluados de la laguna Pistoro: HID-LPist1, HID-LPist2, HID-LPist3 y HID-LPist4. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Keratella americana (phylum Rotifera) con 159 organismos/L, colectada en los cuatro puntos evaluados de la laguna Pistoro: HID-LPist1, HID-LPist2, HID-LPist3 v HID-LPist4 (Anexo 4).







N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-20. Densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según la categoría taxonómica phylum en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en las lagunas Pistoro y Puccacocha durante la época seca (agosto 2017) varió desde 6,62 (punto de muestreo HID-LPucc1) hasta 10,14 especies efectivas (punto de muestreo HID-LPist2). En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) varió desde 2,87 (punto de muestreo HID-LPist3) hasta 5,28 especies efectivas (punto de muestreo HID-LPist4).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0,12 (punto de muestreo HID-LPist2) hasta 0,23 (punto de muestreo HID-LPist4). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,24 (punto de muestreo HID-LPist4) hasta 0,53 (punto de muestreo HID-LPucc1).

Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,70 (punto de muestreo HID-LPist4) hasta 0,88 (punto de muestreo HID-LPist2). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,55 (punto de muestreo HID-LPucc1) hasta 0,96 (punto de muestreo HID-LPist3). Figura 7-21.

Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica del zooplancton durante la época seca, evidenciándose en valores altos de diversidad verdadera, como valores altos de equidad y valores bajos de dominancia. Por ende, existió una distribución homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en los puntos de muestreo durante la época seca, en comparación a la época húmeda.

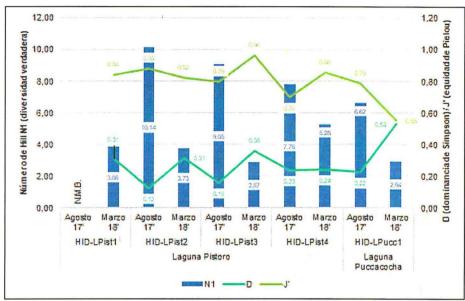
Diversidad beta

El análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar dos agrupamientos con una similitud mayor al 50 %. El primer agrupamiento presentó una similitud de géneros del 51,19% entre los





puntos de muestreo ubicados en la laguna Pistoro (HID-LPist2, HID-LPist3 y HID-LPist4) evaluados durante la época seca (agosto 2017). Asimismo, el segundo agrupamiento presentó una similitud de géneros del 51.91 % entre los puntos de muestreo ubicados en la laguna Pistoro (HID-LPist1, HID-LPist2 y HID-LPist4) evaluados durante la época húmeda (marzo 2018) (Figura 7-22).



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-21. Diversidad alfa de la comunidad del zooplancton en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

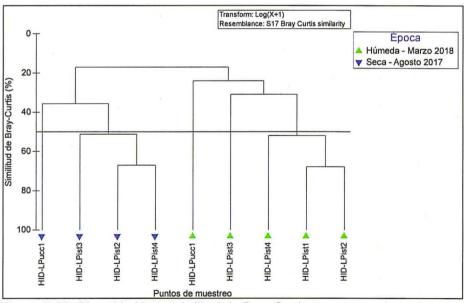


Figura 7-22. Diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad del zooplancton en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)







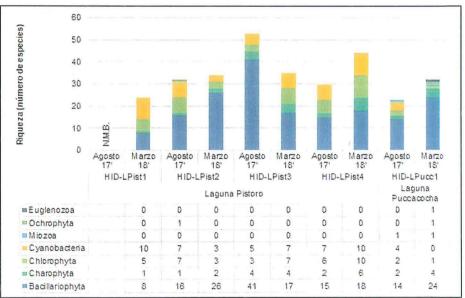
a.3. Perifiton

Microalgas

-Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de perifiton (microalgas) en las lagunas Pistoro y Puccacocha estuvo representadas por 92 especies durante la época seca y 99 especies durante la época húmeda. Durante la época seca se colectaron en la laguna Pistoro seis phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Miozoa y Ochrophyta), mientras que en la laguna Puccacocha se colectaron cuatro phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria). Asimismo, durante la época húmeda se colectaron en la laguna Pistoro cuatro phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria), mientras que en la laguna Puccacocha se colectaron seis phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Euglenozoa, Miozoa y Ochrophyta) (Anexo 4).

Durante la época seca la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-LPist3 (laguna Pistoro) representado por 53 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) representado por 23 especies. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-LPist4 (laguna Pistoro) representado por 44 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-LPist1 (laguna Pistoro) representado por 24 especies (Figura 7-23).



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-23. Riqueza (número de especies) de la comunidad del perifiton (microalgas) según la categoría taxonómica phylum en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

La densidad (abundancia) total acumulada del perifiton (microalgas) en las lagunas Pistoro y Puccocha durante la época seca fue de 32386 organismos/cm², mientras que durante la época húmeda fue de 191958 organismos/cm². Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-LPist2 (laguna Pistoro) representado por 10883 organismos/cm², mientras que la menor densidad se dio en HID-LPucc1

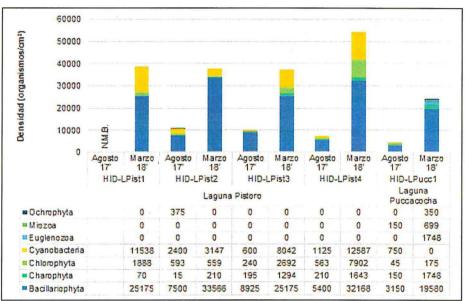




del Ambiente

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

(laguna Puccacocha) representado por 4245 organismos/cm². Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-LPist4 (laguna Pistoro) representado por 54301 organismos/cm², mientras que la menor densidad se dio en HID-LPist3 (laguna Pistoro) representado por 37203 organismos/cm² (Figura 7-24). La especie de mayor densidad durante la época Tabellaria flocculosa (phylum Bacillariophyta) con 5925 organismos/cm², colectada en los tres puntos evaluados de la laguna Pistoro: HID-LPist2, HID-LPist3 y HID-LPist4. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue también Tabellaria flocculosa con 48951 organismos/cm2, colectada en los cuatro puntos evaluados de la laguna Pistoro: HID-LPist1, HID-LPist2, HID-LPist3 y HID-LPist4 (Anexo 4).



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-24. Densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microalgas) según la categoría taxonómica phylum en las lagunas Pistoro y Puccacocha. durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en las lagunas Pistoro y Puccacocha durante la época seca (agosto 2017) varió desde 17,88 (punto de muestreo HID- LPist4) hasta 29,80 especies efectivas (punto de muestreo HID-LPist3). En cambio, durante la época húmeda varió desde 7,65 (punto de muestreo HID-LPist1) hasta 27,29 especies efectivas (punto de muestreo HID-LPucc1).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0,07 (puntos de muestreo HID-LPist3 y HID-LPucc1) hasta 0,08 (puntos de muestreo HID-LPist2 y HID-LPucc4). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,04 (punto de muestreo HID-LPucc1) hasta 0,29 (punto de muestreo HID-LPist1).

Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,85 (puntos de muestreo HID-LPist2 y HID-LPist4) hasta 0,92 (punto de muestreo HID-LPucc1). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,64 (punto





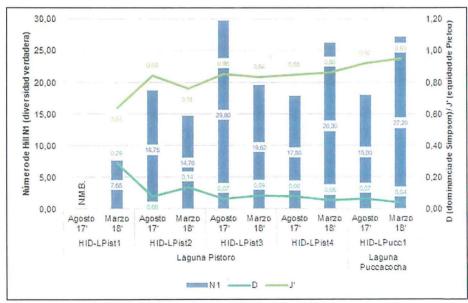


de muestreo HID-LPist1) hasta 0,95 (punto de muestreo HID-LPucc1). Figura 7-25.

Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica del perifiton (microalgas) durante la época seca, evidenciándose en valores altos de diversidad verdadera, como valores altos de equidad y valores bajos de dominancia. Por ende, existió una distribución homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en los puntos de muestreo durante la época seca, en comparación a la época húmeda.

- Diversidad beta

El análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar tres agrupamientos con una similitud mayor al 50 %. El primer agrupamiento presentó una similitud de especies del 33,71 % entre los puntos de muestreo ubicados en la laguna Pistoro (HID-LPist2, HID-LPist3 y HID-LPist4) evaluados durante la época seca (agosto 2017). Asimismo, el segundo agrupamiento presentó una similitud de especies del 34,21 % entre los puntos de muestreo ubicados en la laguna Pistoro (HID-LPist1, HID-LPist2, HID-LPist3 y HID-LPist4) evaluados durante la época húmeda (marzo 2018). Finalmente, el tercer agrupamiento presentó una similitud de especies del 36,90 % entre los puntos de muestreo ubicados en la laguna Puccacocha para ambas épocas (Figura 7-26).



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-25. Diversidad alfa de la comunidad del perifiton (microalgas) en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)





del Ambiente

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

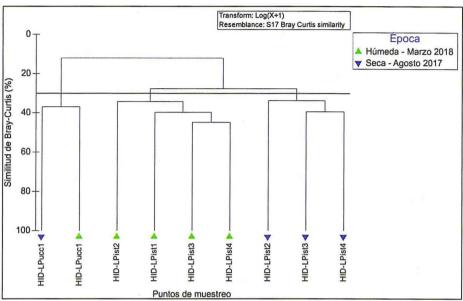


Figura 7-26. Diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad del perifiton (microalgas) en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Microorganismos

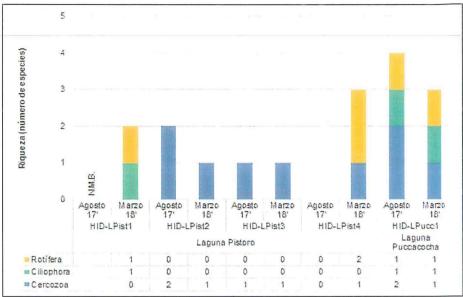
-Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de perifiton (microorganismos) en las lagunas Pistoro y Pucaccocha estuvo representada por cinco especies, tanto en la época seca como en la época húmeda. Durante la época seca se colectó únicamente un phylum (Cercozoa), mientras que en la laguna Puccacocha se colectaron tre phyla (Cercozoa, Rotifera y Ciliophora). Asimismo, durante la época húmeda se colectaron tanto en la laguna Pistoro como en la laguna Puccacocha tres phyla (Cercozoa, Rotifera y Ciliophora) (Anexo 4).

Durante la época seca la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) representado por cuatro especies, mientras que la menor riqueza se dió en en HID-LPist4 (laguna Pistoro) donde no se colectaron organismos. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-LPist4 (laguna Pistoro) y en HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) representado por tres especies cada uno de ellos, mientras que la menor riqueza se dio en HID-LPist2 y en HID-LPist3 (ambos ubicados en la laguna Pistoro) representados por una especie cada uno de ellos (Figura 7- 27)







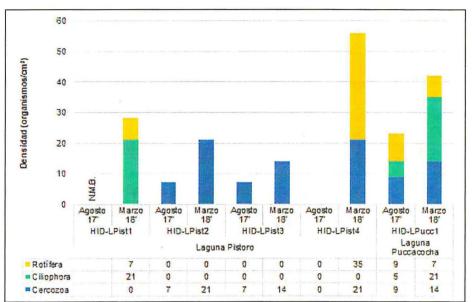
N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-27. Riqueza (número de especies) de la comunidad del perifiton (microorganismos) según la categoría taxonómica phylum en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

La densidad (abundancia) total acumulada del perifiton (microorganismos) durante la época seca fue de 37 organismos/cm², mientras que durante la época húmeda fue de 161 organismos/cm2. Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) representado por 23 organismos/cm2, mientras que la menor densidad se dio en LPist4 (laguna Pistoro) donde no se colectaron organismos. Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-LPist4 (laguna Pistoro) representado por 56 organismos/cm², mientras que la menor densidad se dio en HID-LPist3 (laguna Pistoro) representado por 14 organismos/cm2 (Figura 7-28). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Corythion sp. (phylum Cercozoa) con 16 organismos/cm2, colectada en tres puntos evaluados (dos en la laguna Pistoro y uno en laguna Puccacocha): HID-LPist2, HID-LPist3 y HID-LPucc1. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Trinema lineare (phylum Cercozoa) con 70 organismos/cm², colectada en cuatro puntos evaluados (tres en la laguna Pistoro y uno en la laguna Puccacocha): HID-LPist2, HID-LPist3, HID-LPist4 y HID-LPucc1 (Anexo 4).







N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

(abundancia) de la comunidad Figura 7-28. Densidad del (micoorganismos) según la categoría taxonómica phylum en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en las lagunas de Pistoro y Puccacocho durante la época seca (agosto 2017) varió desde 1,00 (punto de muestreo HID-LPist3) hasta 3,57 especies efectivas (punto de muestreo HID-LPucc1). En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) varió desde 1,00 (puntos de muestreo HID-LPist2 y HID-LPist3) hasta 2,75 especies efectivas (punto de muestreo HID-LPucc1).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0.30 (punto de muestreo HID-LPucc1) hasta 1,00 (punto de muestreo HID-LPist3). Cabe indicar que el punto HID-LPist3 alcanzó la mayor dominancia (igual a la unidad) en esta época ya que se colectó una sola especie en este punto. En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,39 (punto de muestreo HID-LPucc1) hasta 1,00 (puntos de muestreo HID-LPist2 y HID-LPist3). Cabe indicar que los puntos HID-LPist2 y HID-LPist3 alcanzaron la mayor dominancia (igual a la unidad) en esta época ya que se colectó una sola especie en cada punto.

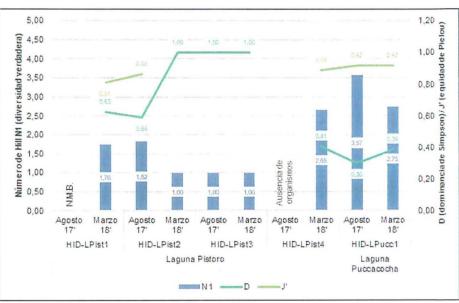
Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,86 (punto de muestreo HID-LPist2) hasta 0,92 (punto de muestreo HID-LPucc1). Cabe indicar que en el punto HID-LPist3 no se pudo calcular la equidad ya que se colectó una sola especie. En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,81 (punto de muestreo HID-LPist1) hasta 0,92 (punto de muestreo HID-LPucc1). Cabe indicar que en los puntos HID-LPist2 y HID-LPist3 no se pudo calcular la equidad ya que se colectó una sola especie en cada uno de ellos (Figura 7-29).

Para el análisis de diversidad alfa se observó un establecimiento muy similar de la comunidad hidrobiológica del perifiton (microorganismos) durante ambas

épocas. Por ende, existió una distribución homogénea de abundancia (densidad) de organismos por especie en el mismo punto durante ambas épocas.

-Diversidad beta

El análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar tres agrupamientos con una similitud mayor al 40 %. El primer agrupamiento presentó una similitud de especies del 44,47 % entre los puntos de muestreo HID-LPist3 (laguna Pistoro) y HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) evaluados durante la época seca (agosto 2017). Asimismo, el segundo agrupamiento presentó una similitud de especies del 50,66 % entre los puntos de muestreo ubicados en la laguna Pistoro (HID-LPist2, HID-LPist3) y HID-LPist4) evaluados durante la época húmeda. Finalmente, el tercer agrupamiento presentó una similitud de especies del 47,38 % entre los puntos de muestreo HID-LPist1 (laguna Pistoro) y HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) evaluados durante la época húmeda (marzo 2018) (Figura 7-30).



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-29. Diversidad alfa de la comunidad del perifiton (microorgansimos) en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)





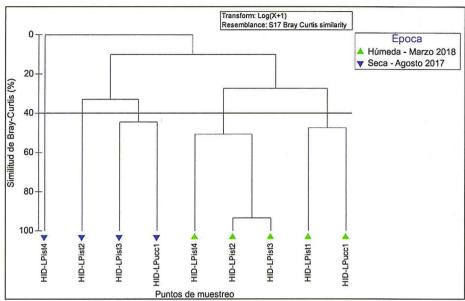


Figura 7-30. Diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad del perifiton (microorganismos) en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

a.4. Macroinvertebrados bentónicos

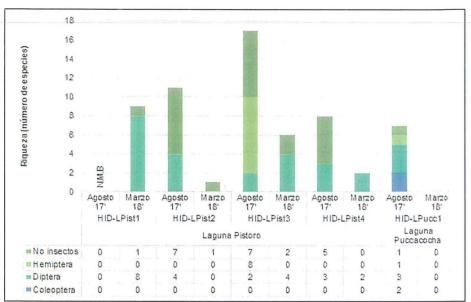
Ministerio

del Ambiente

-Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de macroinvertebrados bentónicos en las lagunas Pistoro y Puccacocha estuvo representada por 17 especies durante la época seca (agosto 2017) y 13 especies durante la época húmeda (marzo 2018). Durante la época seca se colectaron en la laguna Pistoro dos órdenes de insectos (Diptera y Hemiptera) y un grupo de no insectos, mientras que en la laguna Puccacocha se colectaron tres órdenes de insectos (Diptera, Coleoptera v Hemiptera) y un grupo de no insectos. Asimismo, durante la época húmeda se colectó en la laguna Pistoro un orden de insectos (Diptera) y un grupo de no insectos, mientras que en la laguna Puccacocha no se colectaron organismos (Anexo 4).

Durante la época seca la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-LPist3 (laguna Pistoro) representado por 17 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) representado por siete especies. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-LPist1 (laguna Pistoro) representado por nueve especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) donde no se colectaron organismos (Figura 7-31).



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-31. Riqueza (número de especies) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos según la categoría taxonómica orden en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

La densidad (abundancia) total acumulada de los macroinvertebrados bentónicos durante la época seca (agosto 2017) fue de 15068 organismos/0,27 m², mientras que durante la época húmeda (marzo 2018) fue de 658 organismos/0,27 m². Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-LPist4 (laguna Pistoro) representado por 8988 organismos/0,27 m², mientras que la menor densidad se dio en HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) representado por 716 organismos/0,27 m². Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-LPist1 (laguna Pistoro) representado por 387 organismos/0,27 m², mientras que la menor densidad se dio en HID-LPucc1 (laguna Puccacocha) donde no se colectaron organismos (Figura 7-32). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Naididae ND (especie no determinada de la familia Naididae, orden Tubificida, phylum Annelida) con 11496 organismos/0,27 m², colectada en tres puntos evaluados (dos en la laguna Pistoro y uno en la laguna Puccacocha): HID-LPist 2, HID-LPist4 y HID-LPucc1. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Hyalella sp. (orden Amphipoda, phylum Arthropoda) con 138 organismos/0,27 m², colectada en dos puntos evaluados de la laguna Pistoro: HID-LPist1 y HID-LPist3 (Anexo 4).

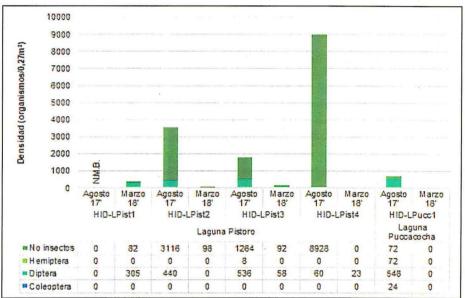




Ministerio

del Ambiente

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



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-32. Densidad (abundancia) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos según la categoría taxonómica orden en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en las lagunas Pistoro y Puccacocha durante la época seca (agosto 2018) varió desde 1,22 (punto de muestreo HID-LPist4) hasta 4,34 especies efectivas (punto de muestreo HID-LPist3). En cambio, durante la época húmeda (marzo 2017) varió desde 1,00 (punto de muestreo HID-LPist2) hasta 6,47 especies efectivas (punto de muestreo HID-LPist1).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0,30 (punto de muestreo HID-LPist3) hasta 0,93 (punto de muestreo HID-LPist4). En cambio, durante la época húmeda v0arió desde 0,18 (punto de muestreo HID-LPist1) hasta 1,00 (punto de muestreo HID-LPist2). Cabe indicar que el punto HID-LPist2 alcanzó la mayor dominancia (igual a la unidad) en esta época ya que se colectó una sola especie en este punto.

Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,10 (punto de muestreo HID-LPist4) hasta 0,67 (punto de muestreo HID-LPist3). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,26 (puntos de muestreo HID-LPist4) hasta 0,85 (punto de muestreo HID-LPist1). Cabe indicar que en el punto HID-LPist2 no se pudo calcular la equidad ya que se colectó una sola especie (Figura 7-33).

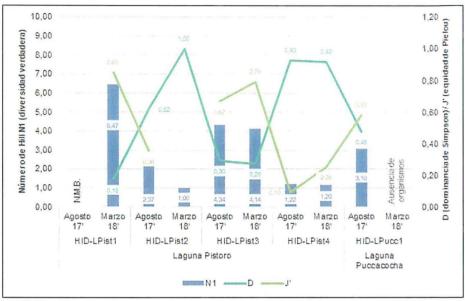
Para el análisis de diversidad alfa se observó un establecimiento muy similar de la comunidad hidrobiológica de los macroinvertebrados bentónicos durante ambas épocas. Por ende, existió una distribución homogénea de abundancia (densidad) de organismos por especie en el mismo punto durante ambas épocas.





-Diversidad beta

El análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar dos agrupamientos con una similitud mayor al 40%. El primer agrupamiento presentó una similitud de especies del 58,18 % entre los puntos de muestreo ubicados en la laguna Pistoro (HID-LPist2, HID-LPist3 y HID-LPist4) evaluados durante la época seca (agosto 2017). Asimismo, el segundo agrupamiento presentó una similitud de especies del 45,65 % entre los puntos de muestreo ubicados en la laguna Pistoro (HID-LPist1 y HID-LPist3) evaluados durante la época húmeda (marzo 2018). Figura 7-34.



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-33. Diversidad alfa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)





Ministerio

del Ambiente

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

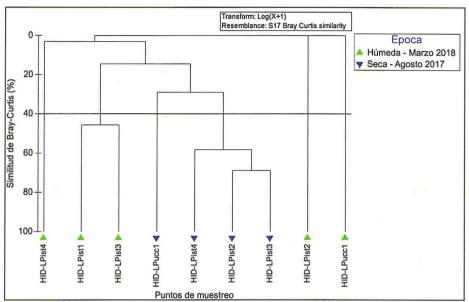


Figura 7-34. Diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en las lagunas Pistoro y Puccacocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

a.5. Peces

-Composición, riqueza y abundancia de especies

Se colectaron e identificaron dos individuos de Oncorhynchus mykiss «trucha» durante la época seca, uno de ellos colectado en HID-LPist 1 y el otro en HID-LPist-2. Asimismo, durante la época húmeda se colectó un individuo de O. mykiss «trucha» en HID-LPist1.

-Bioacumulación de metales en tejidos de peces

En la Tabla 7-7 se presentan las concentraciones de metales (cadmio, mercurio y plomo) que se obtuvieron por muestra de tejido muscular de Oncorhynchus mykiss «trucha» durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018) en la laguna Pistoro (HID-QPist1 y HID-QPist2). Ninguna de las muestras excedió el contenido máximo para su consumo, de acuerdo con el manual «Indicadores sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación» del SANIPES (2016).



Tabla 7-3. Bioacumulación de metales en músculo de peces O. mykiss «trucha» canturados en la laguna Pistoro

Parámetro	Contenidos	Tejido muscular (mg/Kg)				
	máximos	Época	Época húmeda (**)			
	(mg/kg peso fresco)	HID-LPist1 Laguna Pistoro	HID-LPist2 Laguna Pistoro	HID-LPist1 Laguna Pistoro		
Cadmio (Cd)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,0001		
Mercurio (Hg)	0,5	0,075	0,033	< 0,0004		
Plomo (Pb)	0,3	< 0,05	< 0,05	< 0,003		
Especie		O. mykiss «trucha»	O. mykiss «trucha»	O. mykiss «trucha»		

^(*) Datos correspondientes al informe de ensayo N° SAA-17/01895 realizado por AGQ PERU S.A.C. (**) Datos correspondientes al informe de ensayo N° 13359/2018 realizado por ALS LS PERU S.A.C.

b. Ambientes lóticos Tributarios de la laguna Pistoro

b.1. Perifiton

Microalgas

-Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de perifiton (microalgas) en los tributarios de la laguna Pistoro estuvo representada por 58 especies, tanto en la época seca (agosto 2017) como la época húmeda (marzo 2018). Durante la época seca como durante la época húmeda se colectaron cuatro phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria). Anexo 4.

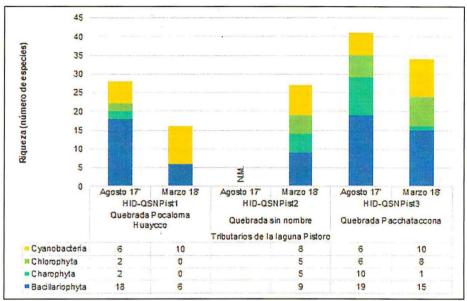
Durante la época seca la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QSNPist3 (quebrada Pacchatacona) representado por 41 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-QSNPist1 (quebrada Pocaloma Huaycco) representado por 28 especies. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QSNPist3 (quebrada Pacchatacona) representado por 34 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-QSNPist1 (quebrada Pocaloma Huaycco) representado por 16 especies (Figura 7-35).





Ministerio

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



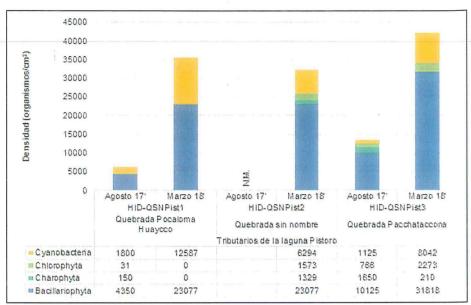
N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas. Figura 7-35. Riqueza (número de especies) de la comunidad del perifiton (microalgas) según la categoría taxonómica phylum en los tributarios de la laguna Pistoro, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

La densidad (abundancia) total acumulada del perifiton (microalgas) durante la época seca fue de 19997 organismos/cm², mientras que durante la época húmeda fue de 110280 organismos/cm2. Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QSNPist3 (quebrada Pacchatacona) representado por 13666 organismos/cm2, mientras que la menor densidad se dio en HID-QSNPist1 (quebrada Pocaloma Huaycco) representado por 6331 organismos/cm². Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QSNPist3 (quebrada Pacchatacona) representado por 42343 organismos/cm², mientras que la menor densidad se dio en HID-QSNPist2 (quebrada sin nombre) representado por 32273 organismos/cm2 (Figura 7-36). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Hannaea arcus (phylum Bacillariophyta) con 3375 organismos/cm², colectada en los dos puntos evaluados: HID-QSNPist1 y HID-QSNPist3. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Tabellaria flocculosa (phylum Bacillariophyta) con 28671 organismos/cm², colectada en los tres puntos evaluados: HID-QSNPist1, HID-QSNPist2 v HID-QSNPist3 (Anexo 4).









N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas. Figura 7-36. Densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microalgas) según la categoría taxonómica phylum en los tributarios de la laguna Pistoro, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en los tributarios de la laguna Pistoro durante la época seca (agosto 2017) varió desde 20,26 (punto de muestreo HID-QSNPist1) hasta 22,94 especies efectivas (punto de muestreo HID-QSNPist3). En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) varió desde 8,08 (punto de muestreo HID-QSNPist1) hasta 13,80 especies efectivas (punto de muestreo HID-QSNPist3).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0,06 (punto de muestreo HID-QSNPist1) hasta 0,08 (punto de muestreo HID-QSNPist3). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,16 (punto de muestreo HID-QSNPist2) hasta 0,19 (punto de muestreo HID-QSNPist1).

Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,84 (punto de muestreo HID-QSNPist3) hasta 0,90 (punto de muestreo HID-QSNPist1). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,74 (puntos de muestreo HID-QSNPist2 y HID-QSNPist3) hasta 0,75 (punto de muestreo HID-QSNPist1). Figura 7-37.

Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica del perifiton (microalgas) durante la época seca, evidenciándose en valores altos de diversidad verdadera, como valores altos de equidad y valores bajos de dominancia. Por ende, existió una distribución homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en los puntos de muestreo durante época seca, en comparación a la época húmeda.

-Diversidad beta

El análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar dos agrupamientos con una similitud mayor al 30 %. El

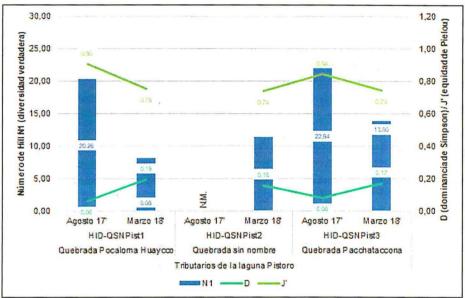


Ministerio

del Ambiente

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

primer agrupamiento presentó una similitud de especies del 32,5 % entre los puntos de muestreo HID-QSNPist1 (quebrada Pocaloma Huaycco) y HID-QSNPist3 (quebrada Pacchatacona) evaluados durante la época seca (agosto 2017). Asimismo, el segundo agrupamiento presentó una similitud de especies del 36,37 % entre los puntos de muestreo HID-QSNPist2 (quebrada sin nombre) y HID-QSNPist3 (quebrada Pacchatacona) evaluados durante la época húmeda (marzo 2018) (Figura 7-38).



N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas. Figura 7-37. Diversidad alfa de la comunidad del perifiton (microalgas) según la categoría taxonómica phylum en los tributarios de la laguna Pistoro, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

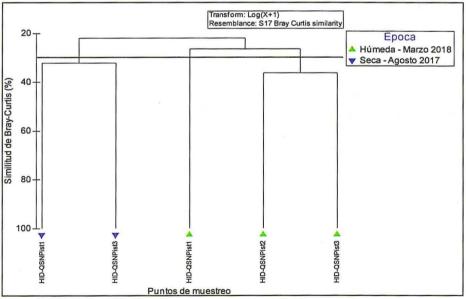


Figura 7-38. Diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad del perifiton (microalgas) en los tributarios de la laguna Pistoro, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)





Microorganismos

Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de perifiton (microorganismos) en los tributarios de la laguna Pistoro estuvo representada por una especie durante la época seca, Proales sp. (phylum Rotifera). Se colectaron 11 organismos/cm² de esta especie en HID-QSNPist1 (quebrada Pocaloma Huaycco). Asimismo, durante la época húmeda la muestra estuvo representada por dos especies, Sinantherina sp. (phylum Rotifera) y Nematoda ND (especie no determinada del phylum Nematoda). Se colectaron 7 organismos/cm² de la primera especie en mención en HID-QSNPist2 (quebrada sin nombre), mientras que de la segunda especie se colectaron 7 organismos/cm² en HID-QSNPist1 (quebrada Pocaloma Huaycco). Cabe señalar que durante la época seca como durante la época húmeda no se colectaron organismos en HID-QSNPist3 (quebrada Pacchatacona) (Anexo 4).

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en los tributarios de la laguna Pistoro presentó un valor igual a 1,00 en los puntos de muestreo donde se registraron una especie. Estos puntos fueron HID-QSNPist1 (quebrada Pocaloma Huaycco) para ambas épocas (agosto 2017 y marzo 2018), así como HID-QSNPist2 (quebrada sin nombre) durante la época húmeda (marzo 2018). Asimismo, el índice de dominancia de Simpson (D) indicó un valor de 1,00 en estos puntos. Cabe indicar que en ninguno de los puntos se pudo calcular la equidad de Pielou (J') ya que se colectó una sola especie.

-Diversidad beta

No se analizó la diversidad beta debido a la falta de similitud entre especies de microorganismos de perifiton entre los tributarios de la laguna Pistoro durante ambas épocas (agosto 2017 y marzo 2018).

b.2. Macroinvertebrados bentonicos

Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de macroinvertebrados bentónicos en los tributarios de la laguna Pistoro estuvo representada por 19 especies durante la época seca (agosto 2017) y 13 especies durante la época húmeda (marzo 2018). Durante la época seca se colectaron cinco órdenes de insectos (Diptera, Coleoptera, Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) y un grupo de no insectos, mientras que en la época húmeda se colectaron tres órdenes de insectos (Diptera, Coleoptera y Ephemeroptera) y un grupo de no insectos (Anexo 4).

Durante la época seca la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QSNPist1 (quebrada Pocaloma Huaycco) representado por 18 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-QSNPist3 (quebrada Pacchataccona) representado por nueve especies. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QSNPist1 (quebrada Pocaloma Huaycco) representado por 12 especies, mientras que la menor

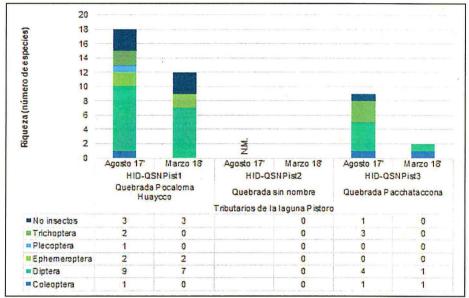


Ministerio

del Ambiente

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

riqueza se dio en HID-QSNPist2 (quebrada sin nombre) donde no se colectaron organismos (Figura 7-39).



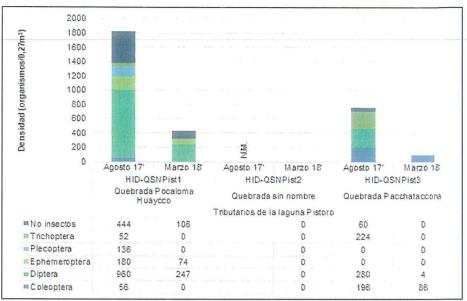
N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas. Figura 7-39. Riqueza (número de especies) de la comunidad macroinvertebrados bentónicos según la categoría taxonómica orden en los tributarios de la laguna Pistoro, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

La densidad (abundancia) total acumulada de los macroinvertebrados bentónicos durante la época seca fue de 2588 organismos/0,27 m², mientras que durante la época húmeda fue de 517 organismos/0,27 m². Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QSNPist1 (quebrada Pocaloma Huaycco) representado por 1828 organismos/0,27 m2, mientras que la menor densidad se dio en HID-QSNPist3 (quebrada Pacchataccona) representado por 760 organismos/0,27 m². Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QSNPist1 (quebrada Pocaloma Huaycco) representado por 427 organismos/0,27 m², mientras que la menor densidad se dio en HID-QSNPist2 (quebrada sin nombre) donde no se colectaron organismos (Figura 7-40). La especie de mayor densidad durante la época seca y húmeda fue Cricotopus sp. (orden Diptera, phylum Arthropoda) con 744 organismos/0,27 m² y 122 organismos/0,27 m² respectivamente. Durante la época seca fue colectada en dos puntos evaluados: HID-QSNPist1 y HID-QSNPist3; mientras que en la época húmeda solo se colectó en un punto evaluado: HID-QSNPist1 (Anexo 4).









N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas. **Figura 7-40.** Densidad (abundancia) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos según la categoría taxonómica orden en los tributarios de la laguna Pistoro, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018).

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en los tributarios de la laguna Pistoro durante la época seca (agosto 2017) varió desde 6,15 (punto de muestreo HID-QSNPist3) hasta 9,73 especies efectivas (punto de muestreo HID-QSNPist1). En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) varió desde 1,20 (punto de muestreo HID-QSNPist3) hasta 7,03 especies efectivas (punto de muestreo HID-QSNPist1).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0,15 (punto de muestreo HID-QSNPist1) hasta 0,19 (punto de muestreo HID-QSNPist3). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,18 (punto de muestreo HID-QSNPist1) hasta 0,92 (punto de muestreo HID-QSNPist3).

Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,79 (punto de muestreo HID-QSNPist1) hasta 0,83 (punto de muestreo HID-LPist3). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,26 (punto de muestreo HID-QSNPist3) hasta 0,78 (punto de muestreo HID-QSNPist1). Figura 7-41.

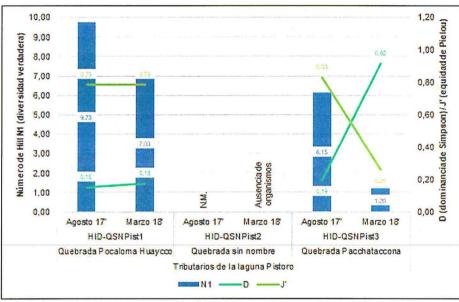
Para Para el análisis de diversidad alfa se observó se observó un mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica de los macroinvertebrados bentónicos durante la época seca, evidenciándose en valores altos de diversidad verdadera, como valores altos de equidad y valores bajos de dominancia. Por ende, existió una distribución homogénea de abundancia (densidad) de organismos por especie en los puntos de muestreo durante la época seca, en comparación a la época húmeda.





-Diversidad beta

El análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis, conformó un agrupamiento con una similitud de especies del 53,83 % entre los puntos de muestreo HID-QSNPist1 (quebrada Pocaloma Huaycco) y HID-QSNPist3 (guebrada Pacchataccona) evaluados durante la época seca (agosto 2017). Esta similitud se dió por especies en común entre ellas, como Limnesiidae ND perteneciente al orden Trombidiformes (no insecta), Metrichia sp. y Cailloma sp. pertenecientes al orden Trichoptera, Austrelmis sp. perteneciente al orden Coleoptera, así como Corynoneura sp., Cricotopus sp., Podonomus sp. y Rheotanytarsus sp. pertenecientes al orden Diptera (Figura 7-42).



N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas. Figura 7-41. Diversidad alfa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los tributarios de la laguna Pistoro, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)







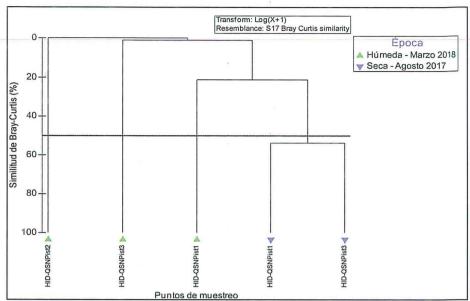


Figura 7-42. Diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los tributarios de la laguna Pistoro, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

b.3. Peces

No se realizó la colecta de peces en los tributarios de la laguna Pistoro.

Zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios

a. Perifiton

a.1. Microalgas

- Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de perifiton (microalgas) en la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios estuvo representada por 58 especies, tanto en la época seca (agosto 2017) como la época húmeda (marzo 2018). Durante la época seca como durante la época húmeda se colectaron cuatro phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria). Anexo 4.

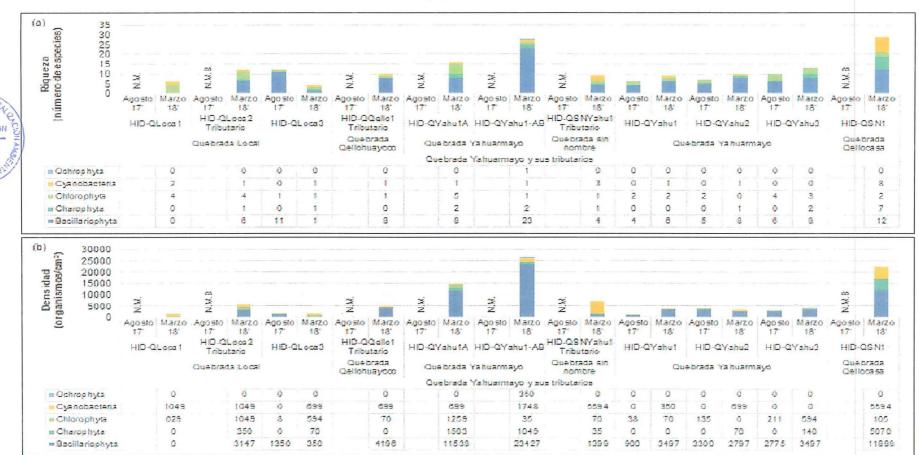
Durante la época seca la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QLoca3 (quebrada Local) representado por 12 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-QYahu1 (quebrada Yahuarmayo) representado por seis especies. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QSN1 (quebrada Qellocasa) representado por 29 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-QLoca3 (quebrada Local) representado por cuatro especies (Figura 7-43a).

La densidad (abundancia) total acumulada del perifiton (microalgas) durante la época seca fue de 8717 organismos/cm2, mientras que durante la época húmeda fue de 97028 organismos/cm2. Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QYahu2 (quebrada Yahuarmayo) representado por 3435 organismos/cm2, mientras que la menor



densidad se dio en HID-QYahu1 (quebrada Yahuarmayo) representado por 938 organismos/cm2. Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QYahu1-AB (quebrada Yahuarmayo) representado por 26608 organismos/cm2, mientras que la menor densidad se dio en HID-QLoca1 (quebrada Local) representado por 1678 organismos/cm2 (Figura 7-43b). La especie de mayor densidad durante la época seca fue *Eunotia* cf. *exigua* (phylum Bacillariophyta) con 4050 organismos/cm2, colectada en los cuatro puntos evaluados: HID-QLoca3, HID-QYahu1, HID-QYahu2 y HID-QYahu3. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue *Tabellaria flocculosa* (phylum Bacillariophyta) con 11538 organismos/cm2, colectada en cinco de los puntos evaluados: HID-QYahu1A, HID-QYahu1-AB, HID-QYahu1, HID-QYahu3 y HID-QSN1 (Anexo 4).





N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas.

N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-43. (a) Riqueza (número de especies) (b) densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microalgas) según la categoría taxonómica phylum en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

-Diversidad alfa

Ministerio

del Ambiente

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) que en la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, durante la época seca (agosto 2017), varió desde 2,83 (punto de muestreo HID-QYahu2) hasta 10,13 especies efectivas (punto de muestreo HID-QLoca3). En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) varió desde 3,28 (punto de muestreo HID-QLoca3) hasta 22,07 especies efectivas (punto de muestreo HID-QSN1).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0,11 (punto de muestreo HID-QLoca3) hasta 0,50 (punto de muestreo HID-QYahu2). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,06 (punto de muestreo HID-QSN1) hasta 0,43 (punto de muestreo HID-QSNYahu1).

Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,53 (punto de muestreo HID-QYahu2) hasta 0,93 (punto de muestreo HID-QLoca3). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,60 (punto de muestreo HID-QSNYahu1) hasta 0,96 (punto de muestreo HID-QYahu2) (Figura 7-44a).

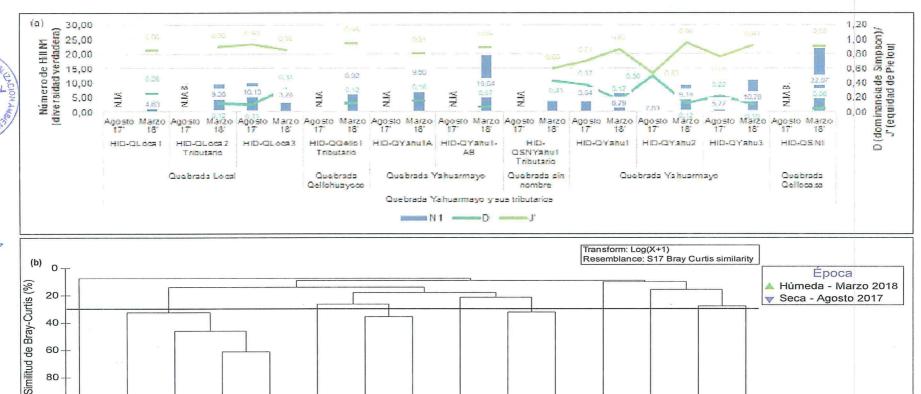
Para el análisis de diversidad alfa se observó zun mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica del perifiton (microalgas) durante la época húmeda a excepción del punto de muestreo HID-QLoca3, evidenciándose en valores altos de diversidad verdadera, como valores altos de equidad y valores bajos de dominancia. Por ende, existió una distribución homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en los puntos de muestreo durante la época humeda, en comparación a la época seca.

-Diversidad beta

El análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar tres agrupamientos con una similitud mayor al 30 %. El primer agrupamiento presentó una similitud de especies del 32,58 % entre los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Yahuarmayo (HID-QYahu1, HID-QYahu2 y HID- QYahu3) y en la quebrada Local (HID-QLoca3) evaluados durante la época seca (agosto 2017). Asimismo, el segundo agrupamiento presentó una similitud de especies del 35,56 % entre los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Yahuarmayo (HID-QYahu1 y HID- QYahu3) evaluados durante la época húmeda (marzo 2018). Finalmente, el tercer agrupamiento presentó una similitud de especies del 32,35 % entre los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Yahuarmayo (HID-QYahu1A y HID- QYahu1-AB) evaluados durante la época húmeda (Figura 7-44b).







N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas.

N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-44. a) Diversidad alfa y b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad del perifiton (microalgas) en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Puntos de muestreo

100

Microorganismos

Ministerio

del Ambiente

Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de perifiton (microorganismos) en la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios estuvo representada por tres especies durante la época húmeda (marzo 2018) Corythion sp. (phylum Cercozoa), Trinema lineare (phylum Cercozoa) y Nematoda ND (especie no determinada del phylum Nematoda). De la primera especie en mención se colectaron 21 organismos/cm2 en HID-QYahu1-AB (quebrada Yahuarmayo). De la segunda especie en mención se colectaron 14 organismos/cm2 en HID-QYahu1-AB (quebrada Yahuarmayo) y 35 organismos/cm² en HID-QSN1 (quebrada Qellocasa). Asimismo, de la tercera especie en mención se colectaron 14 organismos/cm2 en HID-QYahu1-AB (quebrada Yahuarmayo).

Cabe indicar que durante la época seca (agosto 2017) no se colectaron organismos en la quebrada Local (HID-QLoca3) y en la quebrada Yahuarmayo (HID-QYahu1A, HID-QYahu1, HID-QYahu2 y HID-QYahu3). Mientras que en la época húmeda solo se colectaron organismos en HID-QYahu1-AB (quebrada Yahuarmayo) y en HID-QSN1 (quebrada Qellocasa) (Anexo 4).

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios durante la época húmeda (marzo 2018) tuvo un valor de 1,0 en el punto de muestreo HID-QSN1 y un valor de 2,94 especies efectivas en el punto de muestreo HID-QYahu1-AB. Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época húmeda fue igual a 0,35 en el punto HID-QYahu1-AB. Cabe indicar que el punto HID-QSN1 alcanzó la mayor dominancia (igual a la unidad) en esta época ya que se colectó una sola especie en este punto. Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época húmeda fue igual a 0,96 en el punto HID-QYahu1-AB. Cabe indicar que en el punto HID-QSN1 no se pudo calcular la equidad ya que se colectó una sola especie. Además, durante la época seca (agosto 2017) no se pudieron calcular los índices de diversidad alfa en todos los puntos, debido a la ausencia de organismos.

Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica del perifiton (microalgas) durante la época húmeda. por la misma ausencia de organismos durante la época seca.

-Diversidad beta

El análisis de diversidad beta se realizó mediante el índice de similitud de Bray-Curtis, conformándose un agrupamiento con una similitud de especies del 44,80 % entre los puntos de muestreo HID-QYahu1-AB (quebrada Yahuarmayo) y HID-QSN1 (quebrada Qellocasa) evaluados durante la época húmeda. Esta similitud se dió por la única especie común entre ellas, Trinema lineare (phylum Cercozoa).







b. Macroinvertebrados bentónicos

-Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de macroinvertebrados bentónicos estuvo representada por 17 especies durante la época seca y siete especies durante la época húmeda. Durante la época seca se colectaron cinco órdenes de insectos (Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Plecoptera y Trichoptera) y un grupo de no insectos, mientras que en la época húmeda se colectaron cuatro órdenes de insectos (Diptera, Coleoptera, Ephemeroptera y Plecoptera) y un grupo de no insectos (Anexo 4).

Durante la época seca la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QYahu3 (quebrada Yahuarmayo) representado por 12 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-QLoca3 (quebrada Local) representado por tres especies. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QSN1 (quebrada Qellocasa) representado por cinco especies, mientras que la menor riqueza se dio en la quebrada Local (HID-QLoca1 y HID-QLoca2) y en la quebrada Yahuarmayo (HID-QYahu1A, HID-QYahu1 y HID-QYahu2) donde no se colectaron organismos (Figura 7-45a).

La densidad (abundancia) total acumulada del perifiton (microalgas) durante la época seca fue de 1880 organismos/0,27 m², mientras que durante la época húmeda fue de 891 organismos/0,27 m². Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QYahu2 (quebrada Yahuarmayo) representado por 624 organismos/0,27 m², mientras que la menor densidad se dio en HID-QLoca3 (quebrada Local) representado por 128 organismos/0,27 m². Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QYahu1-AB (quebrada Yahuarmayo) representado por 271 organismos/0,27 m², mientras que la menor densidad se dio en la quebrada Local (HID-QLoca1 y HID-QLoca2) y en la quebrada Yahuarmayo (HID-QYahu1A, HID-QYahu1 y HID-QYahu2) donde no se colectaron organismos (Figura 7-45b). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Podonomus sp. (orden Diptera, phylum Arthropoda) con 676 organismos/0,27 m², colectada en los cuatro puntos evaluados: HID-QLoca3, HID-QYahu1, HID-QYahu2 y HID-QYahu3. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Claudioperla sp. (orden Plecoptera, phylum Arthropoda) con 248 organismos/0,27 m², colectada en dos puntos evaluados: HID-QLoca3 y HID-QSNYahu1 (Anexo 4).











N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas.

N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-45. (a) Riqueza (número de especies) y (b) densidad (abundancia) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos según la categoría taxonómica orden en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en la quebrada la quebrada Yahuarmaya y sus tributarios durante la época seca (agosto 2018) varió desde 1,32 (punto de muestreo HID-QLoca3) hasta 7,32 especies efectivas (punto de muestreo HID-QYahu3). En cambio, durante la época húmeda varió desde 1,00 (puntos de muestreo HID-QQello1 y HID-QYahu3) hasta 2,34 especies efectivas (punto de muestreo HID-QSN1).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0,16 (punto de muestreo HID-QYahu3) hasta 0,88 especies efectivas (punto de muestreo HID-QLoca3). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,51 (punto de muestreo HID-QSNYahu1) hasta 1,00 (puntos de muestreo HID-QQello1 y HID-QYahu3). Cabe indicar que los puntos de muestreo HID-QQello1 y HID-QYahu3 alcanzaron la mayor dominancia (igual a la unidad) en esta época ya que se colectó una sola especie en cada uno de estos puntos.

Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,25 (punto de muestreo HID-QLoca3) hasta 0,80 especies efectivas (punto de muestreo HID-QYahu3). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,53 (punto de muestreo HID-QSN1) hasta 0,90 (punto de muestreo HID-QYahu1-AB). Cabe indicar que en los puntos de muestreo HID-QQello1 y HID-QYahu3 no se pudo calcular la equidad ya que se colectó una sola especie en cada uno de ellos. Además, durante la época seca no se pudieron calcular los índices de diversidad alfa debido a la ausencia de organismos (Figura 7-46a).

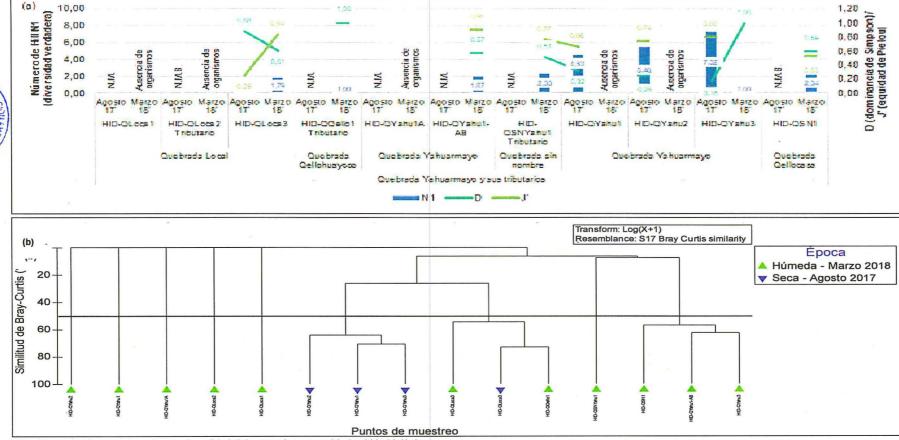
Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica de los macroinvertebrados bentónicos durante la época seca a excepción del punto de muestreo HID-QLoca3, evidenciándose en valores altos de diversidad verdadera, como valores altos de equidad y valores bajos de dominancia. Por ende, existió una distribución homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en los puntos de muestreo durante la época seca, en comparación a la época húmeda.

Diversidad beta

El análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis en permitió conformar tres agrupamientos con una similitud mayor al 50 %. El primer agrupamiento presentó una similitud de especies del 64,06 % entre los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Yahuarmayo (HID-QYahu1, HID-QYahu2 y HID-QYahu3) evaluados durante la época seca (agosto 2017). Asimismo, el segundo agrupamiento presentó una similitud de especies del 56,75 % entre los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Yahuarmayo (HID-QYahu1-AB y HID-QYahu3) y en la quebrada Qellocasa (HID-QSN1) evaluados durante la época húmeda (marzo 2018). Finalmente, el tercer agrupamiento presentó una similitud de especies del 54,34 % entre los puntos de muestreo ubicados en la quebrada local (HID-QLoca3) para ambas épocas y el punto ubicado en la quebrada Qellohuayco (HID-QQello1) evaluado durante la época húmeda (Figura 7-46b).







N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas.

N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-46. (a) Diversidad alfa y (b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

PERÚ

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

c. Peces

No se realizó la colecta de peces en la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios.

d. Relación entre variables ambientales biológicas y no biológicas

d.1. Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de ACP se realizó en los puntos donde se evaluó la calidad de agua superficial y la calidad de sedimento. Estos puntos correspondieron a QLoca2 (quebrada Local), QSNYahu1 (quebrada sin nombre, tributario de la quebrada Yahuarmayo), QYahu1 (quebrada Yahuarmayo) y QYahu3 (quebrada Yahuarmayo).

Para las variables ambientales de agua la varianza total explicada a partir de la extracción de tres componentes fue de 100,00 %, donde el primer componente aportó un 86,00 %, el segundo componente aportó 8,85 % y el tercer componente aportó 5,15 % (Tabla 7-4).

El primer componente seleccionado para el análisis de correspondencia canónica (ACC) estuvo conformado por los metales totales magnesio (Mg), bario (Ba), manganeso (Mn), selenio (Se), plomo (Pb), cadmio (Cd), cromo (Cr), litio (Li), berilio (Be), zinc (Zn), níquel (Ni), cobalto (Co), cobre (Cu), aluminio (Al), arsénico (As), hierro (Fe), además de sulfatos, cloruros, conductividad eléctrica (CE) y potencial de hidrógeno (pH). Este primer componente presentó correlaciones positivas entre los metales totales (a excepción del arsénico), sulfatos y cloruros y la conductividad eléctrica; así también una correlación negativa con el potencial de hidrógeno. Esto indicó que el aumento en la concentración de los metales totales estaría relacionado al aumento de cloruros, sulfatos y de la conductividad eléctrica, además de una reducción del potencial de hidrógeno.

Tabla 7-4. Análisis de componentes principales para las variables incluidas en los ECA para agua (2015 y 2017), Cat.3 (D1 y D2), en la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, durante la época húmeda (marzo 2018)

Variables	Componentes rotados				
variables	1	2	3		
Mg (AS)	0,992		0,116		
Ba (AS)	0,952	0,289			
CE (AS)	0,943	0,321			
Mn (AS)	0,941	0,325			
Sulfatos (AS)	0,939	0,333			
Se (AS)	0,937	0,338			
Pb (AS)	0,937	0,338			
Cd (AS)	0,937	0,338			
Cr (AS)	0,937	0,338			
Li (AS)	0,937	0,338			
Be (AS)	0,937	0,338			
Zn (AS)	0,937	0,338			
Ni (AS)	0,936	0,340			





Ministerio

del Ambiente

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

Variables	Componentes rotados				
variables	1	2	3		
Co (AS)	0,936	0,341			
Cu (AS)	0,936	0,341			
AI (AS)	0,935	0,344			
As (AS)	-0,932	0,340	0,125		
Cloruros (AS)	0,896	0,439			
Fe (AS)	0,895	0,404	0,191		
pH (AS)	-0,770	-0,626	-0,124		
Bicarbonatos (AS)	-0,402	-0,864	-0,304		
OD (AS)		0,325	0,944		
T (AS)	-0,608		-0,790		
Bo (AS)	-0,481	-0,533	0,696		
Varianza explicada (%)	86,00	8,85	5,15		
Varianza acumulada (%)	86,00	94,85	100,00		

AS: Agua superficial

Asimismo, para las variables ambientales de sedimentos, la varianza total explicada a partir de la extracción de dos componentes fue de 99,70 %, donde el primer componente aportó un 66,57 %, mientras el segundo componente aportó 33,13 % (Tabla 7-5).

El primer componente el cual fue seleccionado para el análisis de correspondencia canónica (ACC) estuvo conformado por los metales totales mercurio (Hg), arsénico (As), cromo (Cr) y plomo (Pb). Este primer componente presenta correlaciones positivas entre los metales totales, indicando una elevación o reducción homogénea de sus concentraciones.

Tabla 7-5. Análisis de componentes principales para las variables incluidas en la CEQG para sedimento, en la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, durante la época húmeda (marzo 2018)

Variables	Componentes rotados			
Variables	1	2		
Hg (SED)	1,000			
As (SED)	0,999			
Cr (SED)	0,953	0,302		
Pb (SED)	0,805	0,591		
Zn (SED)		0,996		
Cd (SED)	0,214	0,977		
Cu (SED)	0,197	0,976		
Varianza explicada (%)	66,57	33,13		
Varianza acumulada (%)	66,57	99,70		

SED: Sedimento

d.2. Análisis de correspondencia canónica (ACC)

En la Tabla 7-6 se observa el resumen del análisis de correspondecia canónica en la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, en el cual el primer eje explicó el 54,43 % de la varianza de las variables analizadas, mientras que el segundo eje explicó una varianza del 31,61 %. Por lo tanto, los primeros dos ejes juntos





explicaron el 86,04 % de la varianza acumulada. El eje restante contribuyó con un poco menos del 15,0 % de la varianza, por lo que la interpretación de los resultados se basa en los dos primeros ejes.

Tabla 7-6. Resumen de variables para el análisis de correspondencia canónica en la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, durante la época húmeda (marzo 2018)

ia quebrada Y	Análisis de	sus tributarios, durante			
	Eje 1	Eje 2	Eje 3		
Valor propio (eigenvalue)			0,750	0,435	0,192
Varianza de	e especies	Varianza explicada (%)	54,43	31,61	13,96
varianza de	Topcoics	Varianza acumulada explicada (%)	54,43	86,04	100,00
		QLoca2	-0,542	-0,943	-0,154
	Puntos de	QSNYahu1	-1,046	0,741	0,187
	muestreo	QYahu1	0,788	0,465	-0,716
		QYahu3	1,002	-0,070	0,532
		Lumbricidae ND	1,337	-0,159	2,766
		Thraulodes sp.	-1,395	1,703	0,969
		Claudioperla sp.	-1,395	1,703	0,969
		Macrelmis sp.	-1,395	1,703	0,969
		Frustulia saxonica	0,601	-0,357	-0,575
		Brachysira neoexilis	-1,058	-0,231	0,083
		Pinnularia microstauron	1,337	-0,159	2,766
	Variables	Pinnularia borealis	-0,721	-2,165	-0,804
	Variables ambientales	Hannaea arcus	1,180	0,504	-0,749
	biológicas	Ulnaria acus	-0,174	1,383	-1,370
		Tabellaria floculosa	1,184	0,486	-0,652
		Leptolyngbya sp. 1	-1,090	-0,046	0,167
		Stigeoclonium sp.	-1,058	-0,231	0,083
Correlaciones		Microspora aff. stagnorum	0,131	-1,334	0,674
		Microthamnion sp.	1,216	0,354	0,046
		Netrium digitus	-0,721	-2,165	-0,804
		Mougeotia sp. 2	-1,395	1,703	0,969
		pH (AS)	0,139	0,951	0,204
		CE (AS)	-0,486	-0,851	-0,122
		As (SED)	0,514	-0,052	0,811
		Cr (SED)	0,280	0,174	0,904
		Hg (SED)	0,634	-0,106	0,715
	Variables ambientales no biológicas	Pb (SED)	0,059	0,406	0,875
		Cloruros (AS)	-0,303	-0,852	-0,348
		Sulfatos (AS)	-0,431	-0,882	-0,116
		AI (AS)	-0,340	-0,910	-0,161
		As (AS)	0,834	0,408	0,281
		Ba (AS)	-0,439	-0,878	-0,116
		Be (AS)	-0,395	-0,891	-0,145
		Cd (AS)	-0,395	-0,891	-0,145
		Co (AS)	-0,395	-0,891	-0,145
		Cr (AS)	-0,395	-0,891	-0,145





Aná	Análisis de variables			Eje 3
	Cu (AS)	-0,392	-0,892	-0,148
	Fe (AS)	-0,262	-0,958	-0,049
	Li (AS)	-0,395	-0,891	-0,145
	Mg (AS)	-0,672	-0,743	0,025
	Mn (AS)	-0,411	-0,885	-0,140
	Ni (AS)	-0,395	-0,891	-0,145
	Pb (AS)	-0,395	-0,891	-0,145
	Se (AS)	-0,395	-0,891	-0,145
	Zn (AS)	-0,395	-0,891	-0,145

AS: Agua superficial SED: Sedimentos

En la Figura 7-47 se describe gráficamente la relación entre las variables ambientales biológicas (especies del perifiton y de los macroinvertebrados bentónicos) y las variables ambientales no biológicas (agua y sedimento) de la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios en época húmeda (marzo 2018) en relación a los puntos de muestreo evaluados. Se observa que Lumbricidae ND (orden Opisthopora, clase Oligochaeta), Frustulia saxonica (phylum Bacillariophyta), Pinnularia microstauron (phylum Bacillariophyta), Hannaea arcus (phylum Bacillariophyta), Tabellaria floculosa (phylum Bacillariophyta) y Microthamnion sp. (phylum Chlorophyta) se encontraron asociados a concentraciones de arsénico y cromo en sedimento, así como a concentraciones de arsénico en agua superficial, teniendo como referencia a los puntos QYahu1 y QYahu3 (ambos ubicados en la quebrada Yahuarmayo).

Además, se observa que Pinnularia borealis (phylum Bacillariophyta), Microspora aff. stagnorum (phylum Chlorophyta) y Netrium digitus (phylum Charophyta) se encontraron asociados a la conductividad eléctrica (555 μS/cm), concentraciones de cloruros , sulfatos , aluminio, bario, berilio, cadmio, cobalto, cromo, cobre, hierro, litio, magnesio, manganeso, niquel, plomo, selenio y zinc en agua superficial, teniendo como referencia el punto QLoca2 (quebrada Local).





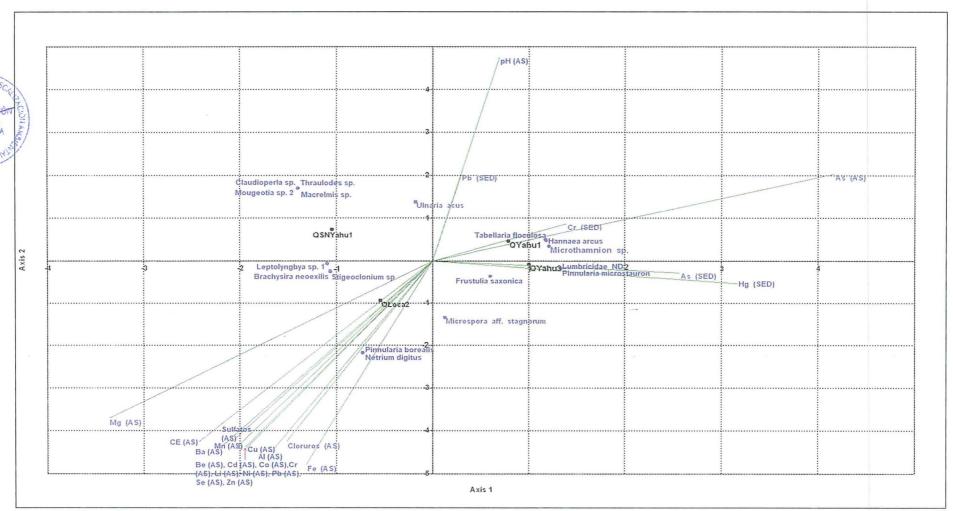


Figura 7-47. Análisis de correspondencia canónica entre las variables ambientales biológicas (especies del perifiton y de los macroinvertebrados bentónicos) y las variables ambientales no biológicas (agua y sedimentos) en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, durante la época húmeda (marzo 2018)



e. Calidad ecológica

En la Tabla 7-7 se presenta la calidad ecológica de las quebradas evaluadas en la microcuenca Yahuarmayo durante la época seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018).

En la zona de los tributarios de la laguna Pistoro, durante la época seca, el punto HID-QSNPist1 presentó una buena calidad ecológica; mientras que el punto HID-QSNPist3 presentó una moderada calidad ecológica. Asimismo, durante la época húmeda, el punto HID-QSNPist1 presentó una moderada calidad ecológica, mientras que los puntos HID-QSNPist2 y HID-QSNPist3 presentaron una pésima calidad ecológica.

En la zona de la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios que, durante la época seca, los puntos HID-QYahu1, HID-QYahu2 y HID-QYahu3 presentaron una moderada calidad ecológica; mientras que el punto HID-QLoca3 presentó una pésima calidad ecológica. Asimismo, durante la época húmeda, los puntos HID-QLoca3, HID-QSNYahu1 y HID-QSN1 presentaron una mala calidad ecológica; mientras que los puntos HID-QLoca2, HID-QQello1, HID-QYahu1A, HID-QYahu1-AB, HID-QYahu1, HID-QYahu2 y HID-QYahu3 presentaron una pésima calidad ecológica.

De forma general, los resultados obtenidos indicarían una mejor calidad ecológica de las quebradas evaluadas durante la época seca en comparación a la época húmeda, en la microcuenca Yahuarmayo.



GREAT ICA





Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Direcesión de Evaluación Ambiental

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

Tabla 7-7. Calidad ecológica obtenida para la microcuenca Yahuarmayo (ambientes lóticos), durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Zona Punto de muestreo		Época seca - agosto 2017			Época húmeda - marzo 2018			
		Punto de muestreo	Calidad hidromorfológica	Calidad biológica	Calidad ecológica	Calidad hidromorfológica	Calidad biológica	Calidad ecológica
	Tributarios de la laguna	HID-QSNPist1	Buena	Buena	Buena	Buena	Moderada	Moderada
		HID-QSNPist2	No se evaluó este punto de muestreo			Buena	Pésima	Pésima
	Pistoro	HID-QSNPist3	Buena	Moderada	Moderada	Buena	Pėsima	Pésima
	Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios	HID-QLoca1	No se evaluó este punto de muestreo			Mala	Pesima	
		HID-QLoca2	No se evaluó este punto de muestreo		Moderada	Pésima	Pěsima	
Microcuenca		HID-QLoca3	Buena	Pésima	Pésima	Buena	Mala	Mala
		HID-QQello1	No se evaluó este punto de muestreo		Mala	Pésima	Pésima	
Yahuarmayo		HID-QYahu1A	No se evaluó este punto de muestreo		Buena	Pésima	Pésima	
		HID-QYahu1-AB	No se evalu	ó este punto de m	uestreo	Buena	Pésima	Pésima
		HID-QSNYahu1	No se evaluó este punto de muestreo		Buena	Mala	Mala	
		HID-QYahu1	Buena	Moderada	Moderada	Buena	Pésima	Pésima
		HID-QYahu2	Buena	Moderada	Moderada	Buena	Pésima	Pésima
		HID-QYahu3	Buena	Moderada	Moderada	Buena	Pésima	Pėsima
		HID-QSN1	No se evalu	ó este punto de m	uestreo	Buena	Mala	Mala



Ministerio

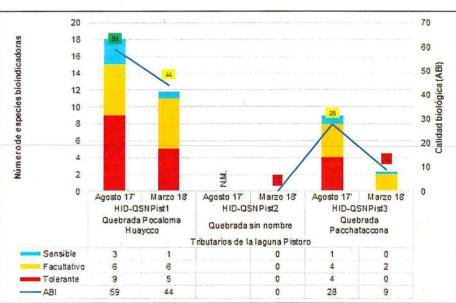
del Ambiente

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

En la Figura 7-48 y en la Figura 7-49 se aprecian los números de especies bioindicadoras relacionadas a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. así como los valores de calidad biológica obtenidos mediante el Índice Biótico Andino (ABI) en la microcuenca Yahuarmayo.

Se puede apreciar en los tributarios de la laguna Pistoro (Figura 7-48), que los valores relacionados a una buena calidad biológica (de acuerdo a la Tabla 7-7) presentaron un número de especies sensibles igual a tres, tal como sucede en el punto HID-QSNPist1 durante la época seca. Asimismo, en este punto se aprecia un alto número de especies tolerantes (nueve especies). Caso contrario ocurre en el punto HID-QSNPist3 en la época húmeda, donde solo se colectaron dos especies facultativas, relacionándose a una pésima calidad biológica de acuerdo con la Tabla 7-7.7.

Se observa además una reducción de especies sensibles, facultativas y tolerantes desde la época seca (agosto 2017) a la época húmeda (marzo 2018). Adicionalmente se observa en el punto HID-QSNPist2 que la ausencia de organismos durante la época húmeda estaría relacionado a una pésima calidad biológica.



N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas. Figura 7-48. Número de especies bioindicadoras de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

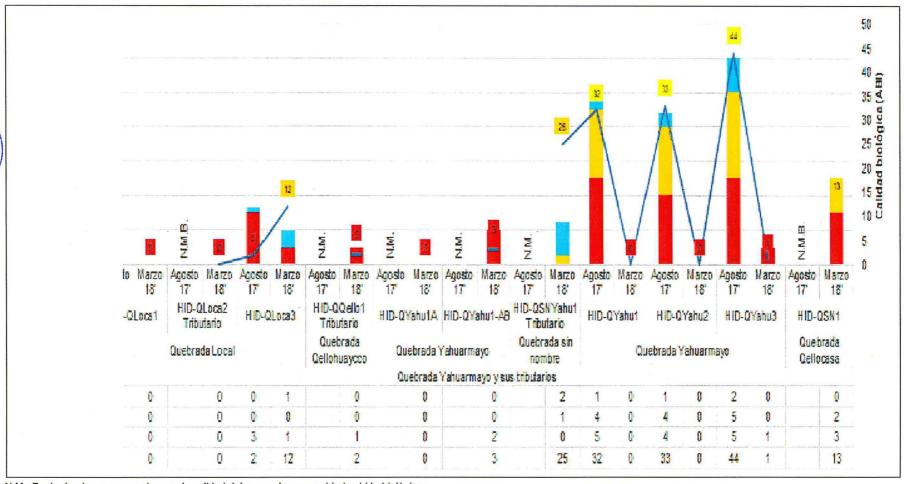
Se puede apreciar en la quebrada Yahuarmayo y sus tributarios (Figura 7-49) que los valores relacionados a una moderada calidad biológica (de acuerdo a la Tabla 7-7) presentaron un número de especies sensibles mayor a la unidad (entre una y dos especies), como sucede en los puntos HID-QYahu1, HID-QYahu2 y HID-QYahu3 durante la época seca. Además, en estos puntos se colectaron entre cuatro y cinco especies tolerantes. Caso contrario ocurrió en los puntos HID-QYahu1, HID-QYahu2 y HID-QYahu3 durante la época húmeda, donde solo en el último punto de estos tres se colectó una especie tolerante, mientras que en los otros puntos no se colectaron especies relacionándose a una pésima calidad biológica.



Cabe señalar que en el punto HID-QSNYahu1 se colectaron dos especies sensibles y una especie facultativa durante la época húmeda, relacionándose a una mala calidad biológica (de acuerdo a la Tabla 7-7). Asimismo, en el punto HID-QSN1 se colectaron dos especies facultativas y tres especies tolerantes durante la época húmeda, relacionándose a una mala calidad biológica (de acuerdo a la Tabla 7-7). Se observa además una reducción de especies sensibles, facultativas y tolerantes desde la época seca (agosto 2017) a la época húmeda (marzo 2018). Adicionalmente se observa en los puntos HID-QLoca1, HID-QLoca2 y HID-QYahu1A que la ausencia de organismos durante la época húmeda estaría relacionado a una pésima calidad biológica de acuerdo a la Tabla 7-7.







N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas.

N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-49. Número de especies bioindicadoras de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la zona II: Quebrada Yahuarmayo y sus tributarios durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

7.1.2 Microcuenca Chicorume - Pallani

Resutados de agua superficial comparados con los ECA

Zona III: laguna Angascocha y quebrada Angascocha-Pallani y sus tributarios

En la Figura 7-50 se representan gráficamente los valores de potencial de hidrógeno (pH) en el agua superficial en la laguna Angascocha, quebrada Angascocha, quebrada Pallani y sus tributarios, donde se puede apreciar que en todos los puntos evaluados se encontrarón fuera del rango establecido en los ECA para agua (2015 y 2017) Cat.3 (D1 y D2), tanto en la época seca y húmeda.

b. Oxígeno disuelto

En la Figura 7-51 se presentan las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua superficial de laguna Angascocha, quebrada Angascocha, quebrada Pallani y sus tributarios, donde se puede apreciar que en las quebradas Pallani (QPall1) y Umasa (QUmas1) en la época seca las concentraciones fueron menores al mínimo valor de los ECA para agua Cat.3 D2 (5 mg/L). El oxígeno disuelto en el agua superficial de los otros puntos evaluados registró concentraciones por encima del mínimo valor de los ECA para agua Cat.3, D1 (4 mg/L) y D2 (5 mg/L), tanto en la época seca y húmeda.





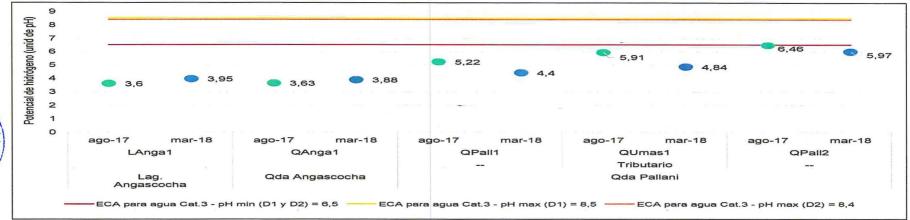


Figura 7-50. Potencial de hidrogeno en la zona III: laguna Angascocha y quebrada Angascocha-Pallani y sus tributarios, en las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

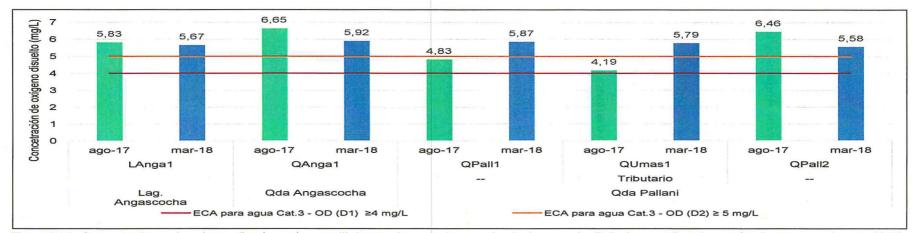


Figura 7-51. Concentraciones de oxígeno disuelto en la zona III: laguna Angascocha y quebrada Angascocha-Pallani y sus tributarios, en las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)



Zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume

a. pH

En la Figura 7-52 se representan gráficamente los valores de potencial de hidrógeno (pH) en agua superficial de las quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, donde se puede apreciar que en las quebradas Utunsa (QUtun1), Collpa (QColl1, QColl2) y Chicorume (QChic1), se encontraron fuera del rango establecido en los ECA para agua (2015 y 2017) Cat.3 (D1 y D2), tanto en la época seca y húmeda. Además, en las quebradas Chicorume (QChic2) y Pallalla Puncco (QPPunc1) en la época seca y en la quebrada Parca Orjo (QPOrjo) en la época humeda se encontró fuera del rango establecido en los estándares antes mencionados.

b. Aluminio

En la Figura 7-53 se presenta las concentraciones de aluminio en agua superficial de las quebradas Parca Orjo, Utunsa-Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, donde se puede apreciar que en la quebrada Utunsa (QUtun1) en la época seca y húmeda y, en la quebrada Collpa (QColl1) en la época seca las concentraciones excedieron los ECA para aqua Cat.3. D1 y D2 (5 mg/L). Las concentraciones de aluminio en el aqua superficial en los otros puntos evaluados se encontraron cumpliendo los ECA para agua Cat.3. D1 y D2, tanto en la época seca y húmeda.

c. Hierro

En la Figura 7-54 se presenta las concentraciones de hierro en agua superficial de las quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, donde se puede apreciar que en la quebrada Utunsa (QUtun1) presentó alta concentración en la época seca, llegando a exceder el valor de los ECA para agua Cat.3. D1 (5 mg/L). Las concentraciones de hierro en los otros puntos evaluados se encontraron cumpliendo los ECA para agua Cat.3. D1, tanto en la época seca y húmeda.







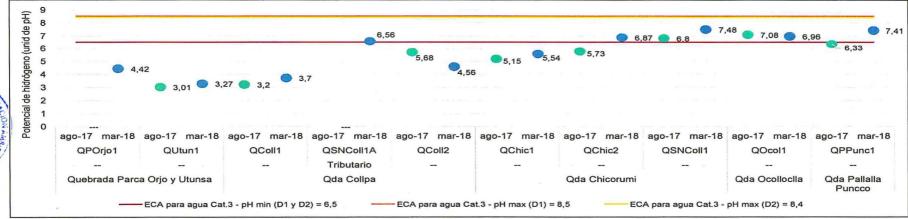


Figura 7-52. Potencial de hidrogeno en la zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, en las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018).

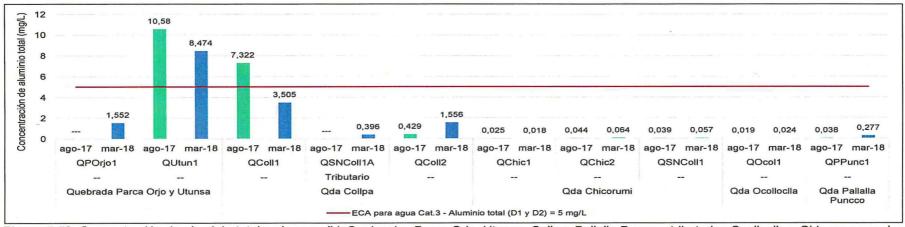


Figura 7-53. Concentración de aluminio total en la zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, en las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018).



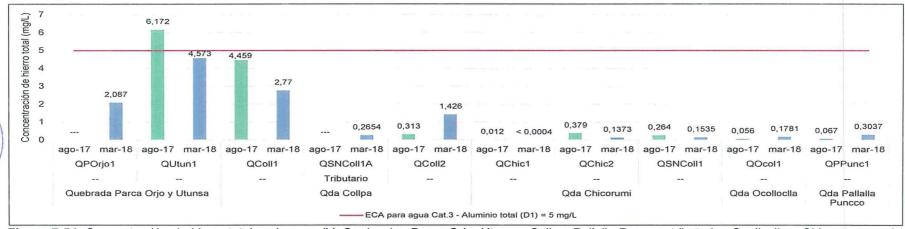


Figura 7-54. Concentración de hierro total en la zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, en las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018).

157



7.1.2.2 Caracterización hidroquímica

a. Error de balance iónico (EBI)

En la Tabla 7-8 se muestran los valores de aniones y cationes considerados en la evaluación del balance iónico de los puntos muestreados de la microcuenca Chicorume-Pallani, donde se observa que los puntos LAnga1 (laguna Angascocha), QPall1, QPall2 (quebrada Pallani), QUmas1 (quebrada Umasa), QChic1(quebrada Chicorume) y QUtun1(quebrada Utunsa) superaron el EBI aceptable. De estos, los puntos QPall1, QPall2, QChic1 y QUmas1 presentaron muy baja conductividad, 35 μ S/cm, 18 μ S/cm, 20 μ S/cm y 23 μ S/cm respectivamente, y los puntos de muestreo LAnga1 y QUtun1 presentaron pH ácido 4,0 y 3,3 unidades de pH respectivamente.

En los puntos QPall2 y QChic1 se observa que la suma de aniones y cationes es menor a 1 meq/L. A este nivel, los valores de concentración se encuentran muy cerca al límite de cuantificación (L.C.) y las desviaciones aceptables para valores cercanos al L.C. es 50 % por la variabilidad relativa, por lo que podría esperarse que el EBI supere el ± 10 %; para niveles de concentración bajos, donde la suma de aniones y cationes no supera 5 meq/L, Nordstrom *et al.* (2008) consideró válidos los datos del balance de carga con desviación estándar <±20 %.

Por otro lado, se observa que los puntos QLAnga1, QPall1, QUmas1 y QUtun1, obtuvieron un EBI mayor igual al 20 %, esto podría deber a que estos puntos registraron pH bajos (menor a 4) y la presencia de los iones hidronios (H⁺) podrían influir en el desbalance de carga, asi también podrían influir la especiación de la molécula, como es el caso de los iones HSO₄⁻ y SO₄⁻, o la ausencia de algunos iones como nitratos, sulfuros, fluoruros, silicatos, etc.

En la Figura 7-55, se observa que, a pesar de tener valores de concentración bajos, el coeficiente de correlación (R²) es igual a 0,96 y la pendiente es igual a 1,2054, valores que indican que en general existe muy buena correspondencia catión—anión por punto de muestreo, por lo que el balance iónico puede considerarse aceptable.



CTENT COLOR OF THE COLOR OF THE



Tabla 7-8. Balance iónico de los cuerpos agua de la microcuenca Chicorume en el área de influencia del proyecto minero Utunsa

i abia 7-8. Balance ion	lico de los c	uerpos	agua ue	la micro	ocuenca	Chicolul	ne en e	el alea c	ie iiiiiue	ilicia u	ei proy	ecto n	illeio	Oturisa			
Cuerpo de agua	Código	HCO ₃ -	Cl	SO ₄ -	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na⁺	K ⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	EBI (%)	Σaniones	Σcationes	рН	CE µS/cm 25°C
			Zoi	na III: Lagi	una Angaso	ocha y qu	ebrada A	Angascoch	na - Palla	ni y sus	tributario	os					
Laguna Angascocha	LAnga1	0	0	0,353	0,114	0,029	0,035	0,024	0,333	0,021	0,005	0,001	23	0,353	0,562	4	96
Quebrada Angascocha	QAnga1	0	0	0,31	0,076	0,023	0,029	0,019	0,159	0,019	0,003	0,001	3	0,31	0,328	3,9	107
Overheada Dellari	QPall1	_0	0,002	0,11	0,052	0,022	0,026	0,024	0,033	0,012	0,002	0	20	0,112	0,17	4,4	35
Quebrada Pallani	QPall2	0,054	0	0,085	0,071	0,021	0,042	0,019	0,01	0,014	0,001	0	12	0,139	0,178	6	18
Quebrada Umasa	QUmas1	0	0,002	0,102	0,055	0,016	0,036	0,023	0,02	0,021	0,002	0	25	0,104	0,173	4,8	23
		Zor	na IV: Que	bradas Pa	rca Orjo, U	tunsa, Co	Ilpa-Palla	alla Punco	y tributa	rios Occ	lloclla y	Chicoru	ne.			7 5	
	QChic1	0,041	0	0,015	0,021	0,009	0,028	0,017	0,001	0	0	0	15	0,056	0,076	5,5	20
Quebrada Chicorume	QChic2	0,116	0	0,03	0,078	0,023	0,05	0,017	0,005	0,004	0,001	0	10	0,146	0,178	6,9	17
	QSNColl1	0,259	0	0,138	0,205	0,073	0,092	0,009	0,002	0,005	0,001	0	-1	0,397	0,387	7,5	39
Quebrada Utunsa	QUtun1	0	0	2,061	0,098	0,036	0,035	0,035	0,928	0,232	0,007	0,003	-20	2,061	1,374	3,3	356
Quebrada Parca Orjo	QPOrjo1	0.000	0.004	0.428	0.230	0.050	0.029	0.024	0.122	0.061	0.006	0.001	10	0.431	0.523	4.4	80
Quebrada s/n Coll1A	QSNColl1A	0,08	0	0,282	0,173	0,047	0,106	0,027	0,011	0,01	0,003	0,001	2	0,363	0,378	6,6	77
Quebrada Collpa	QColl1	0	0	0,863	0,173	0,042	0,047	0,03	0,366	0,127	0,005	0,002	-4	0,863	0,792	3,7	168
Quebrada Collpa	QColl2	0	0	0,448	0,194	0,052	0,079	0,022	0,113	0,039	0,004	0,001	6	0,448	0,503	4,6	68
Quebrada Ocolloclia	QOcol1	0,202	0	0,186	0,19	0,07	0,103	0,013	0,002	0,007	0	0	0	0,387	0,385	7	41
Quebrada Pullalla Punco	QPPunc1	0,202	0,003	0,223	0,23	0,086	0,102	0,025	0,013	0,007	0,001	0	4	0,427	0,463	7,4	47

HCO₃⁻²: Bicarbonatos, Cl⁻: cloruros, SO₄⁻²: Sulfatos, Ca: Calcio disuelto, Mg: Magnesio disuelto, Na: Sodio disuelto, K: Potasio disuelto, Al: Aluminio, Fe: Hierro, Mn: Manganeso, Zn: Zinc, Σcationes: Suma de cationes, Σaniones: Suma de aniones, EBI: Error de Balance iónico.

CE: Conductividad eléctrica a 25° C en µS/cm

: EBI mayor al 10%.

71

^{*}El error balance iónico se calculó en base a los metales disueltos.

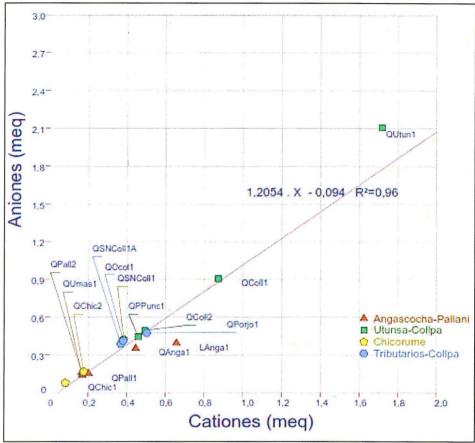


Figura 7-55. Correlación de aniones y cationes, de los cuerpos de agua de la microcuenca Chicorume-Pallani

b. Diagrama hidroquímicos

b.1. Diagrama de Piper

De acuerdo al diagrama de la Figura 7-56, los puntos de muestreo de la laguna Angascocha, quebrada Pallani, quebrada Utunsa, quebrada Collpa y sus tributarios caen en la zona de facies sulfatadas cálcicas, a excepción del punto QPPunc1 (quebrada Pullallapunco), que cae en la zona no definida entre sulfatada y bicarbonatada cálcica, y el punto QOcol1, cae en la zona bicarbonatada cálcica. En contraste, los puntos de la quebrada Chicorume. caen en la zona de facies bicarbonatadas cálcicas y sódicas.

Zona III: laguna Angascocha y quebrada Angascocha-Pallani y sus tributarios

De acuerdo a la Figura 7-56, la laguna Angascocha (LAnga1) y la quebrada Angascocha-Pallani (QAnga1) presentaron aproximadamente 90 % de aniones como sulfatos, y más de 60 % de cationes como calcio y magnesio, y se clasificaron como facies sulfatadas cálcicas magnésicas.

Los puntos de muestreo de la quebrada Angascocha-Pallani (QPall1), y el tributario de la quebrada Angascocha-Pallani (QUmas1) presentaron más de 70 % de aniones como sulfatos y más de 60 % de cationes entre calcio y magnesio, por lo que se ubicaron en el rombo de aguas de facies sulfatadas









cálcicas magnésicas; uno muy cerca del otro, al presentar características hidroquímicas muy parecidas.

Aguas abajo de la quebrada Angascocha-Pallani, el punto QPall2 presentó más de 50 % de aniones como sulfato y mas de 60 % de cationes como calcio, como puede verse en la Figura 7-56, por lo que sus aguas son de facies sulfatadas cálcicas.

Zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume

Aguas abajo del futuro botadero del proyecto minero Utunsa los puntos QUtun1 (quebrada Utunsa), QColl1 (quebrada Collpa-Pallalla Punco) y QPOrjo1 (quebrada Parca Orjo) y, aguas abajo de la quebrada Collpa-Pallalla Punco, el punto QColl2, presentaron más de 90 % de aniones como sulfatos y más de 60 % de cationes como calcio y magnesio. La ubicación de los puntos en el diagrama de Piper fue de facies sulfatadas cálcicas magnésicas (Figura 7-56).

El punto QPPunc1 (quebrada Collpa-Pallalla Punco) presentó 50 % de aniones como sulfatos y un poco más de 70 % de cationes como calcio y magnesio, por lo que se ubicó en una zona intermedia entre sulfatada y bicarbonatada cálcica magnésica.

Los puntos de la quebrada Chicorume (QChic1, QChic2 y QSNColl1), presentaron entre 60 % y 82 % de aniones como bicarbonatos; en el punto QChic1 predominó el catión sodio con aproximadamente 60 %, clasificándose como aguas de facies bicarbonatadas sódicas y en los puntos QChic2 y QSNColl1 predominaron los cationes calcio y magnesio, clasificándose como aguas de facies bicarbonatadas cálcicas magnésicas.







Ministerio

del Ambiente

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

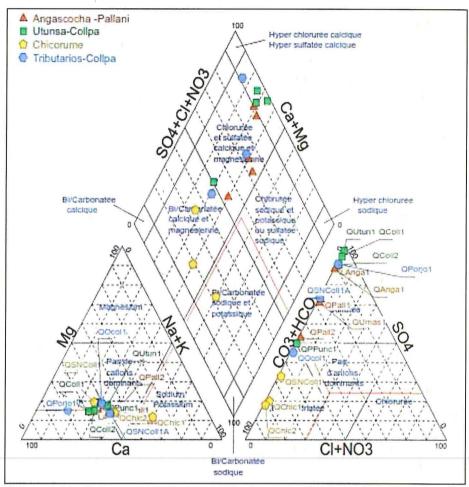


Figura 7-56. Diagrama de Piper para los cuerpos de agua de la microcuenca Chicorume-Pallani

b.2. Diagramas de Stiff

Zona III: laguna Angascocha y quebrada Angascochas-Pallani y su tributarios

Las aguas de la laguna Angascochas (LAnga1) y la quebrada Angascocha-Pallani (QAnga1, QPall1 y QPall2) y el tributario Umasa (QUmas1), fueron entre muy débil y débil mineralización. Como se observa en la Figura 7-57(a) la mineralización disminuyó desde el punto de la laguna Angascocha (LAnga1) hasta el punto QPall2 de la quebrada Angascocha-Pallani.

Los puntos de muestreo LAnga1 (laguna Angascocha) y QAnga1 (quebrada Angascocha), de iones menores a 0,35 meg/L, fueron aguas de débil mineralización (conductividad media igual a 102 µS/cm) y los puntos QPall1, QPall2 y QUmas1 de iones menores a 0,15 meg/L (conductividad menor a 35 µS/cm) fueron de muy débil mineralización como puede observarse en la Figura 7-57 (a). En los puntos LAnga1, QAnga1, QPall1 y QUmas1 predominaron los aniones sulfatos y los cationes calcio; estas aguas clasificaron como sulfatadas cálcicas. En el punto QPall2 (parte baja de la Angascocha-Pallani), predominaron aniones bicarbonatos; clasificando esta agua como bicarbonatada cálcica según el diagrama de Stiff.



Zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume

Las aguas de la quebrada Utunsa (QUtun1), quebrada Parca Orjo (QOrjo1), quebrada Collpa-Pallalla Punco (QColl1 y QColl2) y el tributario de la quebrada Collpa-Pallalla Punco (QSNColl1A) fueron aguas de media a muy débil mineralización (Figura 7-57b). La mineralización disminuyó desde el punto QUtun1 hasta el punto QColl2, esto fue concordante con la ubicación de los puntos en la quebrada Collpa-Pallalla Punco (desde aguas arriba hacia aguas abajo).

En todos estos puntos QUtun1, QOrjo1, QColl1, QColl2 y QSNColl1A predominaron los aniones sulfatos y los cationes calcio, como se observa en la clasificando como aguas sulfatadas cálcicas (Figura 7-57b). La predominancia de los iones sulfatos decayó en el siguiente orden QUtun1, QColl1 y QColl2, concordante con la ubicación de los puntos en la quebrada Utunsa y Collpa-Pallalla Punco, esto es, la concentración de los iones sulfatos disminuye conforme discurren las aguas, hacia la parte baja de la quebrada.

Las aguas de la guebrada Ocolloclla, punto QOCol1 (tributario de la guebrada Collpa) y la quebrada Collpa-Pallalla Punco, punto QPPunc1 (situado aguas abajo de la quebrada Collpa-Pallalla Punco) fueron aguas de baja mineralización de concentración de iones menores a 0,5 meg/L, como se observa en el diagrama de Stiff (Figura 7-57(b)). En estos puntos, de los aniones predominó los bicarbonatos y de los cationes predominó el calcio; en consecuencia, clasificaron como aguas bicarbonatadas cálcicas.

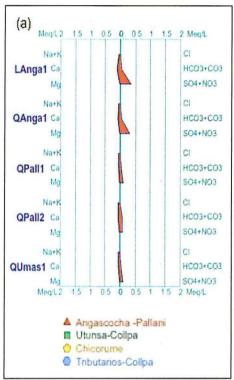
La muy débil mineralización de las aguas de la quebrada Chicorume aumentó conforme las aguas discurrieron (desde QChic1 y QChic2 a QSNColl1), manteniendo su muy débil mineralización (Figura 7-57b). Además, se observa que en los tres puntos de los aniones predominaron los bicarbonatos; en el punto QChic1 de los cationes predominó sodio más potasio, por consiguiente, estas aguas se clasificaron como bicarbonatadas sódicas-potásicas; en las aguas de los puntos QChic2 y QSNColl1 de los cationes predominó el calcio, por lo que se clasificaron como bicarbonatadas cálcicas.



Ministerio

del Ambiente

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



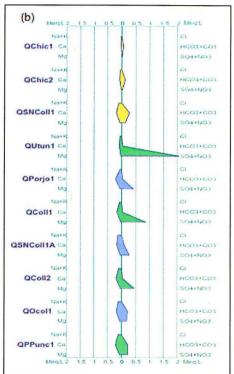


Figura 7-57. Diagrama de Stiff para los cuerpos de agua de la microcuenca Chicorume-Pallani. a) zona III: Laguna Angascocha y quebrada Angascocha-Pallani y su tributario. b) zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume.

b.3. Diagrama de Schöeller-Berkaloff

Zona III: laguna Angascocha y quebrada Angascocha-Pallani y sus tributarios

En la Figura 7-58a se observa que los puntos LAnga1 (laguna Angaschoca) y QAnga1 (quebrada Angascocha-Pallani) presentaron débil mineralización como se observó en el diagrama de Stiff con concentraciones mayores a 0,3 meg/L (conductividad promedio 102 µS/cm); los puntos QPall1, QPall2 (quebrada Angascocha-Pallani) y QUmas1 (quebrada Umasa) presentaron muy débil mineralización con concentraciones de iones menores a 0,15 meg/L (conductividad menores a 40 µS/cm). De los aniones, en todos los puntos predominó el anión sulfato; de los cationes, el calcio predominó en los puntos LAnga1, QAnga1, QPall1 y QPall2, y el sodio más potasio predominó en el punto QUmas1.

De lo anterior, los puntos LAnga1 y QAnga1 fueron aguas de bajas mineralización y sulfatadas cálcicas, en los puntos QPall1 y QPall2 fueron aguas de muy débil mineralización y sulfatadas cálcicas, y en el punto QUmas1 fueron aguas de muy débil mineralización y sulfatadas sódicaspotásicas.







Zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume

Las aguas del punto QUtun1 (quebrada Utunsa) presentó mineralización media, de concentración de iones mayor a 1 meg/L (conductividad igual a 356 μS/cm). Las aguas del punto QColl1 (quebrada Collpa) presentó mineralización débil, de concentración de iones menor a 0.9 meg/L (conductividad igual a 168 μS/cm), y los puntos QColl2 y QPPunc1 (quebrada Collpa-Pallalla Punco), SNColl1A (quebrada sin nombre), QOCol1 (quebrada Ocolloclla), QChic2 y QSNColl1 (quebrada Chicorume) presentaron mineralización muy débil, de concentración de iones menor a 0,3 meg/L (conductividad menor a 80 µS/cm), como puede observarse en la Figura 7-58(b).

Se observó predominancia de aniones como sulfatos en los puntos QUtun1, QPOrjo1 QColl1, QSNColl1A y QColl2; en los puntos QChic1, QChic2, QSNColl1 y QOcol1 predominó los aniones bicarbonatos; y en QPPunc1 similar concentración de iones bicarbonatos y sulfatos (Figura 7-58b). Los cationes calcio predominaron en todos los puntos mencionados, a excepción de QChic1, que predominó el catión sodio.

De acuerdo a lo mencionado, los puntos QUtun1, QPOrjo1, QColl1, QSNColl1A y QColl2 se clasificaron como aguas sulfatadas cálcicas; los puntos QChic1, QSNColl1 y QOcol1 como aguas bicarbonatadas cálcicas; el punto QChic2 como agua bicarbonatada sódica y el punto QPPunc1 como aqua sulfatada y bicarbonatada cálcica, concordante con lo encontrado en el diagrama de Stiff.



Ministerio

del Ambiente

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

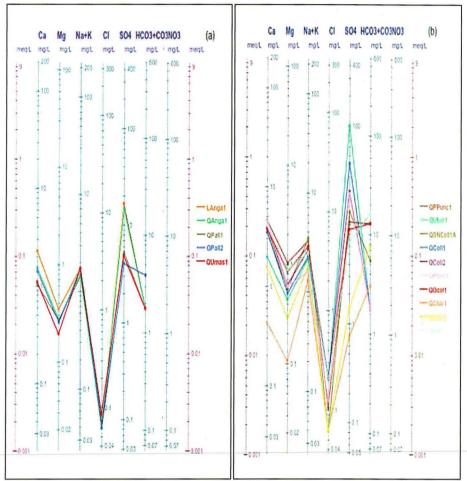


Figura 7-58. Diagrama de Schöeller-Berkaloff para los cuerpos de agua de la microcuenca Chicorume - Pallani. a) zona III: laguna Angascocha y quebrada Angascocha-Pallani y su tributario. b) zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume.

b.4. Relaciones iónicas

Debe notarse que, en la mayoría de los puntos de muestreo, las concentraciones no fueron significativas y en muchos casos la concentración de los iones fue menor a 1 meg/L, por lo que no se esperaría que las gráficas muestren una razón de proporcionalidad definida a causa de la variabilidad de las concentraciones a nivel bajo, estos valores se ubicaron cerca al límite de cuantificación (L.C.), donde la precisión es baja.

En la microcuenca Chicorume-Pallani, las relaciones binarias estuvieron definida solo para la quebrada Chicorume, entre el anión bicarbonato y los cationes calcio, magnesio, sodio y estroncio (Figura 7-59). Además, puede observarse que en las otras quebradas Pallani, Collpa y Utunsa, los puntos se agrupan cerca al eje, debido a la concentración no significativa de estos iones o falta de correspondencia del anión bicarbonato con los cationes.

En las relaciones binarias puede observarse que, en otras quebradas, como Pallani, Collpa y Utunsa, los puntos se agrupan cerca al eje y, debido a la ausencia o falta de correspondencia del anión bicarbonato y los cationes. En

la quebrada Chicorume, la relación bicarbonatos y estroncio, fue importante a pesar de que la concentración de estroncio fue relativamente baja (menor a 0,002 meg/L).

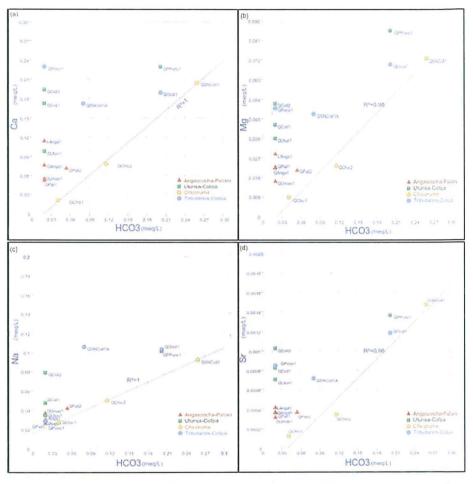


Figura 7-59. Relaciones binarias: **a)** bicarbonatos (HCO₃) – calcio (Ca), **b)** bicarbonatos (HCO₃) – magnesio (Mg), **c)** bicarbonatos (HCO₃) – sodio (Na) y, **d)** Bicarbonatos (HCO₃) – estroncio (Sr).

7.1.2.3 Sedimentos

En la Tabla 7-9, se presentan las concentraciones de metales en los sedimentos colectados en los puntos de muestreo de los cuerpos de agua de la microcuenca Chicorume – Pallani; donde se puede observar que las concentraciones de cromo, mercurio y zinc no superaron los valores referenciales ISQG y PEL de la CEQG.

Zona III: Laguna Angascocha, quebrada Angascocha-Pallani y su tributarios

En el sedimento del punto SED-LAnga1 (laguna Angascocha) las concentraciones de arsénico, cadmio y cobre superaron los valores referenciales ISQG y PEL de la CEQG.

Zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume.

En el sedimento de los puntos SED-QUtun1 (quebrada Utunsa), SED-QColl1 y SED-QColl2 (quebrada Collpa-Pallalla Punco) las concentraciones de arsénico





Ministerio

del Ambiente

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

superaron los valores referenciales ISQG y PEL y las concentraciones de cadmio superaron solo el valor ISQG; asimismo el cobre y el plomo en el punto SED-QColl1 y, el cobre en el punto SED-QColl2 superaron el valor referencial ISQG de la CEQG. Asimismo, en el punto SED-QSNColl1 (quebrada Chicorume) el arsénico superó el valor PEL, además en los puntos SED-QChic1 y SED-QSNColl1 de la quebrada Chicorume el cadmio supero el valor referencial ISQG de la CEQG. (Tabla 7-9)

Tabla 7-9. Concentraciones de metales de los sedimentos de los principales cuerpos de aqua de la microcuenca Chicorume - Pallani, en marzo 2018, comparados con la norma canadiense (CEOG)

		Micro	cuenca Chi	icorume -	Pallani						
Cuerpo de agua	Punto de muestreo	Metales totales (mg/kg)									
		Arsénico	Cadmio	Cobre	Cromo	Mercurio	Plomo	Zinc			
	Zona III: Lagu	ına Angasco	cha, quebra	da Angas	cocha-Palla	ni y su tributa	arios				
Laguna Angascocha	SED- LAnga1	173,5	6,424	239.2	28,36	<0,0056	13,92	27,7			
Zona IV: Qu	uebradas Parc	a Orjo, Utun	sa, Collpa-l	Pallalla Pu	inco y tribut	arios Ocolloc	lla y Chico	orume.			
Quebrada	SED- QChic1	5,632	1,115	12,23	1,366	<0,0056	13,62	30,26			
Chicorume	SED- QSNColl1	19,96	1,192	26,7	7,369	0,0914	11,57	43,93			
Quebrada Utunsa	SED- QUtun1	97,61	2,494	27,44	1,986	<0,0056	27,41	7,77			
Quebrada Collpa	SED- QColl1	114,8	1,893	42,68	2,37	<0,0056	37,93	11,64			
	SED- QColl2	76,65	2,213	47,5	5,054	<0,0056	29,22	25,1			
ISQG (a)		5,9	0,6	35,7	37,3	0,17	35	123			
PEL (b)		17	3,5	197	90	0,486	91,3	315			

⁽a) Valor estándar interino de calidad de sedimento (ISQG), por debajo del cual no se presenta efecto biológico adverso.

7.1.2.4 Comunidades hidrobiologicas

A continuación, se presentan los resultados de las comunidades hidrobiológicas obtenidos en los 14 puntos de muestreo ubicados en la microcuenca Chicorume-Pallani, perteneciente uno de ellos a un ambiente léntico (laguna Angascocha) y 13 a ambientes lóticos (quebradas).

Zona III: Laguna Angascocha y quebrada Angascochas-Pallani y su tributario

Ambientes lénticos: Laguna Angascocha

Se evaluó un solo punto de muestreo durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018).

a. Fitoplancton

-Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de fitoplancton en la laguna Angascocha estuvo representada por tres especies durante la época seca (agosto 2017) y 10 especies durante la época húmeda (marzo 2018). Durante la época seca se colectaron en la laguna Angascocha tres phyla (Charophyta, Chlorophyta, y Miozoa). Asimismo, durante





⁽b) Nivel de efecto probable (PEL), valor sobre el cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.

Concentración que superó el valor ISQG.

Concentración que superó el valor PEL.

la época húmeda se colectaron cinco phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria y Miozoa) (Figura 7-60a).

La densidad (abundancia) total acumulada del fitoplancton durante la época seca fue de 9240 organismos/L, mientras que durante la época húmeda fue de 5975 organismos/L (Figura 7-60b). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Peridinium sp. (phylum Miozoa) con 6960 organismos/L. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Fragilaria tenera (phylum Bacillariophyta) con 2250 organismos/L (Anexo 4).

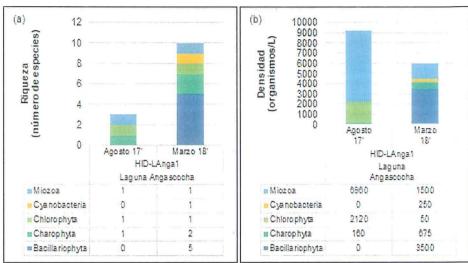


Figura 7-60. a) Riqueza (número de especies) y b) densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según la categoría taxonómica phylum en la laguna Angascocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en la laguan Angascocha durante la época seca fue de 1,86. En cambio, durante la época húmeda fue de 18,01. Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca fue de 0,62. En cambio, durante la época húmeda fue de 0,07. Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca fue de 0,57. En cambio, durante la época húmeda fue de 0,90 (Figura 7-61a).

Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica del fitoplancton durante la época húmeda, evidenciándose en un mayor valor de diversidad verdadera, como una mayor equidad y una reducida dominancia. Por ende, existió una distribución homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en la laguna Angascocha durante la época humeda, en comparación a la época seca.

-Diversidad beta

Se realizó el análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis, conformándose un agrupamiento con una similitud de géneros del 31,05 % entre el punto de muestreo HID-LAnga1 evaluado en época seca y humeda. Los géneros comunes entre estos dos puntos de muestreo fueron Mougeotia (phylum Charophyta) y Peridinium (phylum Miozoa) (Figura 7-61b).









Ministerio

del Ambiente

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

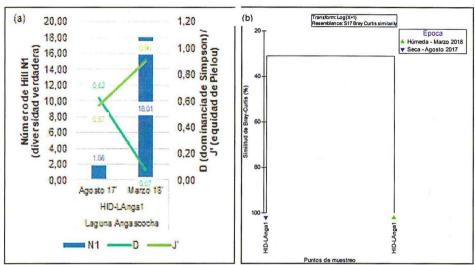


Figura 7-61. a) Diversidad alfa y b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad del fitoplancton en la laguna Angascocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

b. Zooplancton

-Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de zooplancton en la laguna Angascocha estuvo representada por nueve especies durante la época seca (agosto 2017) y tres especies durante la época húmeda (marzo 2017). Durante la época seca se colectaron en la laguna Angascocha tres phyla (Arthropoda, Nematoda y Rotifera). Asimismo, durante la época húmeda se colectaron tres phyla (Ciliophora, Protozoa y Rotifera) (Figura 7-62a).

La densidad (abundancia) total acumulada del zooplancton durante la época seca fue de 6 organismos/L, mientras que durante la época húmeda fue de 84 organismos/L (Figura 7-62b). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Bdelloidea ND (especie no determinada pertenececiente a la clase Bdelloidea, phylum Rotifera) con 2,30 organismos/L. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Arcella discoides (phylum Protozoa) con 66 organismos/L (Anexo 4).



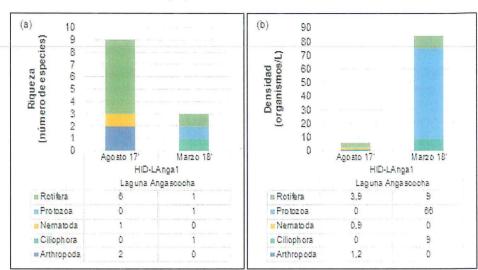


Figura 7-62. a) Riqueza (número de especies) y b) densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según la categoría taxonómica phylum en la laguna Angascocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en la laguna Angascocha durante la época seca (agosto 2017) fue de 6,50. En cambio, durante la época húmeda (marzo 2017) fue de 1,95. Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca fue de 0,21. En cambio, durante la época húmeda fue de 0,64. Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca fue de 0,85. En cambio, durante la época húmeda fue de 0,61 (Figura 7-63).

Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica del zooplancton durante la época seca, evidenciándose en un mayor valor de diversidad verdadera, como una mayor equidad y una reducida dominancia. Por ende, existío una distribución homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en la laguna Angascocha durante la época seca en comparación a la época húmeda.







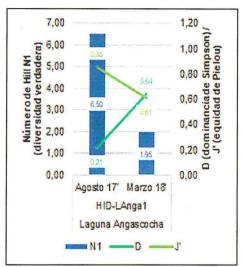


Figura 7-63. Diversidad alfa de la comunidad del zooplancton en la laguna Angascocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Diversidad beta

No se realizó el análisis de diversidad beta debido a la falta de similitud entre especies de zooplancton entre los puntos de muestreo en la laguna Angascocha durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018).

c. Perifiton

Microalgas

-Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de perifiton (microalgas) en la laguna Angascocha estuvo representada por 25 especies durante la época seca (agosto 2017) y 27 especies durante la época húmeda (marzo 2018). Durante la época seca se colectaron en la laguna Angascocha cuatro phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, y Cyanobacteria). Asimismo, durante la época húmeda se colectaron phyla (Bacillariophyta, Charophyta. cinco Cyanobacteria y Euglenozoa). Figura 7-64a.

La densidad (abundancia) total acumulada del perifiton (microalgas) durante la época seca fue de 1748 organismos/cm², mientras que durante la época húmeda fue de 21923 organismos/cm² (Figura 7-64b). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Frustulia aff. chilensis (phylum Bacillariophyta) con 300 organismos/cm². Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Frustulia saxonica (phylum Bacillariophyta) con 3497 organismos/cm² (Anexo 4).



Marzo

899

3147

1399

1643

15035

Ministerio

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

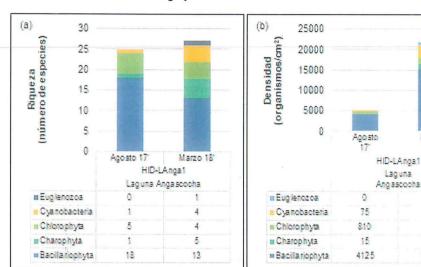


Figura 7-64. (a) Riqueza (número de especies) y (b) densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microalgas) según la categoría taxonómica phylum en la laguna Angascocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

-Diversidad alfa

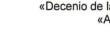
La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en la laguan Angascocha durante la época seca (agosto 2017) fue de 18,24. En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) fue de 17,98. Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca fue de 0,07. En cambio, durante la época húmeda fue de 0,08. Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca fue de 0,90. En cambio, durante la época húmeda fue de 0,88. (Figura 7-65a)

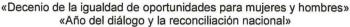
Para el análisis de diversidad alfa se observó un establecimiento muy similar de la comunidad hidrobiológica del perifiton (microalgas) durante ambas épocas. Por ende, existió una distribución homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en el mismo punto de muestreo durante ambas épocas.

-Diversidad beta

Se realizó el análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis, conformándose un agrupamiento con una similitud de especies del 44,41 % entre el punto de muestreo HID-LAnga1 evaluado en ambas épocas (agosto 2017 y marzo 2018). Las especies comunes entre estos dos puntos de muestreo fueron: Adlafia sp., Eunotia arcus, Eunotia cf. exigua, Hannaea arcus, Frustulia amphipleuroides, Frustulia saxonica, Frustulia vulgaris, Pinnularia microstauron y Tabellaria floculosa pertenecientes al phylum Bacillariophyta; Mougeotia sp. 3 perteneciente al phylum Charophyta; Stigeoclonium sp. y Microspora aff. stagnorum pertenecientes al phylum Chlorophyta; y Chroococcus turgidus perteneciente al phylm Cyanobacteria (Figura 7-65b).







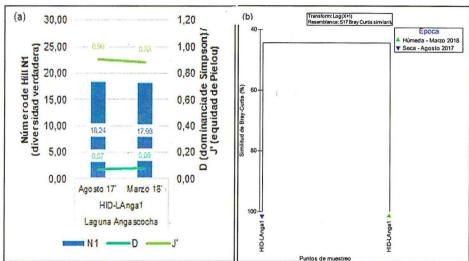


Figura 7-65. a) Diversidad alfa y b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad del perifiton (microalgas) en la laguna Angascocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Microorganismos

-Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de perifiton (microorganismos) en la laguna Angascocha estuvo representada por tres especies durante la época húmeda (marzo 2018). No se colectaron organismos durante la época seca (agosto 2017). Durante la época húmeda se colectaron en la laguna Angascocha tres phyla (Cercozoa, Nematoda y Rotifera) (Figura 7-66a).

La densidad (abundancia) total acumulada del perifiton (microorganismos) durante la época húmeda fue de 28 organismos/cm², siendo la especie de mayor densidad durante esta época Assulina sp. (phylum Cercozoa) con 14 organismos/cm2 (Figura 7-66b).



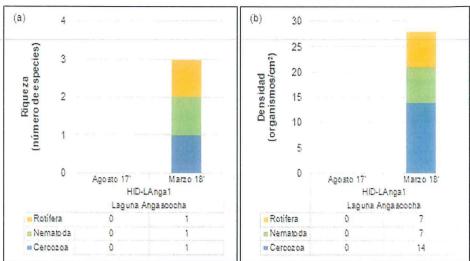


Figura 7-66. (a) Riqueza (número de especies) y (b) densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microorganismos) según la categoría taxonómica phylum en la laguna Angascocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) en laguna Angascocha durante la época húmeda (marzo 2018) fue de 2,83. Asimismo, la dominancia de Simpson (D) fue de 0,38 y la equidad de Pielou (J') fue de 0,95 (Figura 7-67).

Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica del perifiton (microorganismos) durante la época húmeda, evidenciándose en un mayor valor de diversidad verdadera, como una mayor equidad y una reducida dominancia. Por ende, existió una distribución homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en la laguna Angascocha durante la época humeda en comparación a la época seca en la que no se colectaron organismos.

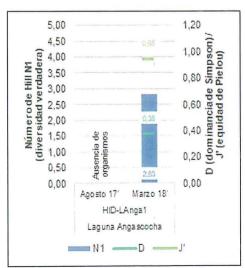


Figura 7-67. Diversidad alfa de la comunidad del perifiton (microorganismos) en la laguna Angascocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

-Diversidad beta

Ministerio

del Ambiente

No se realizó el análisis de diversidad beta debido a la falta de similitud entre especies de microorganismos de perifiton entre los puntos de muestreo en la laguna Angascocha durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018).

d. Macroinvertebrados bentónicos

-Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de macroinvertebrados bentónicos en la laguna Angasocha estuvo representada por 12 especies durante la época seca (agosto 2017) y dos especies durante la época húmeda (marzo 2018). Durante la época seca se colectaron en la laguna Angascocha cuatro órdenes de insectos (Coleoptera, Diptera, Plecoptera y Trichoptera) y un grupo de no insectos. Asimismo, durante la época húmeda se colectó un phylum (Hemiptera) y un grupo de no insectos (Figura 7-68a).

La densidad (abundancia) total acumulada de macroinvertebrados bentónicos durante la época seca fue de 1712 organismos/0,27 m², mientras que durante la época húmeda fue de 114 organismos/0,27 m². La especie de mayor densidad durante la época seca fue Cricotopus sp. (orden Diptera, phylum Arthropoda) con 1212 organismos/0,27 m² (Figura 7-68b). Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Lumbricidae ND (especie no determinada de la familia Lumbricidae, orden Opisthopora, phylum Annelida) con 98 organismos/0,27 m² (Anexo 4).

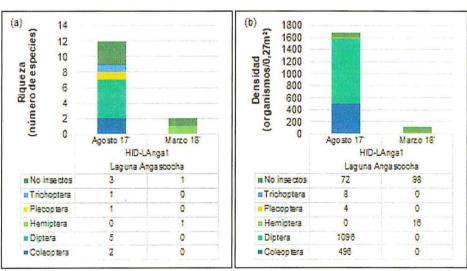


Figura 7-68. a) Riqueza (número de especies) y b) densidad (abundancia) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos según la categoría taxonómica orden en la laguna Angascocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que en la laguna Angascocha el número de Hill N1 (diversidad verdadera) durante la época seca (agosto 2017) fue de 4,31. En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) fue de 1,50. Asimismo, la





dominancia de Simpson (D) durante la época seca fue de 0,31. En cambio, durante la época húmeda fue de 0,78. Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante ambas épocas fue de 0,59 (Figura 7-69a).

Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor establecimiento de la hidrobiológica del fitoplancton durante la época evidenciándose en un mayor valor de diversidad verdadera como una reducida dominancia. A pesar de evidenciarse una distribución poco homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en la laguna Angascocha durante la época seca, existió un mayor número de especies registradas en comparación a la época húmeda.

-Diversidad beta

Ministerio

Se realizó el análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis, conformándose un agrupamiento con una similitud de géneros del 28,39 % entre el punto de muestreo HID-Langa1 evaluado en ambas épocas (agosto 2017 y marzo 2018). Los géneros comunes entre estos dos puntos de muestreo fueron Lumbricidae ND (especie no determinada de la familia Lumbricidae, orden Opisthopora, phylum Annelida) y Ectemnostegella sp. (orden Hemiptera, phylum Arthropoda) (Figura 7-69b).

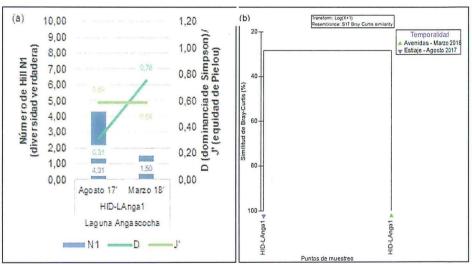


Figura 7-69. a) Diversidad alfa y b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la laguna Angascocha, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

e. Peces

No se realizó la colecta de peces en la laguna Angascocha.



Ambientes Ióticos: Quebrada Angascocha-Pallani y sus tributarios

a. Perifiton

Microalgas

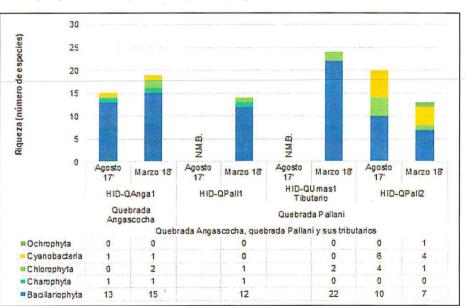
Ministerio

del Ambiente

-Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de perifiton (microalgas) en las quebradas Angascocha, Pallani y sus tributarios estuvo representada por 32 especies durante la época seca (agosto 2017) y 45 especies durante la época húmeda (marzo 2018). Durante la época seca se colectaron cuatro phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria). Asimismo, durante la época húmeda se colectaron cinco phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria y Ochrophyta) (Anexo 4).

Durante la época seca la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QPall2 (quebrada Pallani) representado por 20 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-QAnga1 (quebrada Angascocha) representado por 15 especies. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QUmas1 (tributario de la quebrada Pallani) representado por 24 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-QPall2 (quebrada Pallani) representado por 13 especies (Figura 7-70).



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-70. Riqueza (número de especies) de la comunidad del perifiton (microalgas) según la categoría taxonómica phylum en la microcuenca Chicorume-Pallani (Quebrada Angascocha-Pallani y su tributario) durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

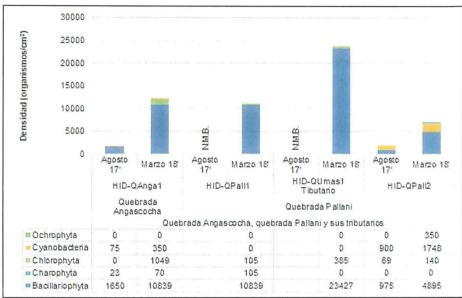
La densidad (abundancia) total acumulada del perifiton (microalgas) durante la época seca fue de 3692 organismos/cm2, mientras que durante la época húmeda fue de 54302 organismos/cm². Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QPall2 (quebrada Pallani) representado por 1944 organismos/cm², mientras que la menor densidad se dio HID-QAnga1 (quebrada Angascocha) representado



Ministerio

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

organismos/cm². Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QUmas1 (tributario de la quebrada Pallani) representado por 23812 organismos/cm², mientras que la menor densidad se dio en HID-QPall2 (quebrada Pallani) representado por 7133 organismos/cm² (Figura 7-71). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Frustulia aff. chilensis (phylum Bacillariophyta) con 375 organismos/cm², colectada en los dos puntos evaluados: HID-QAnga1 y HID-QPall2. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Eunotia arcus (phylum Bacillariophyta) con 6294 organismos/cm², colectada en tres puntos evaluados: HID-QAnga1, HID-QPall1 y HID-QUmas1 (Anexo 4).



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-71. Densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microalgas) según la categoría taxonómica phylum en la quebrada Angascocha-Pallani y su tributario, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que en las quebradas Angascocha, Pallani y sus tributarios el número de Hill N1 (diversidad verdadera) durante la época seca (agosto 2017) varió desde 12,77 (punto de muestreo HID-QAnga1) hasta 15,79 especies efectivas (punto de muestreo HID-QPall2). En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) varió desde 10,98 (punto de muestreo HID-QPall2) hasta 17,96 especies efectivas (punto de muestreo HID-QUmas1).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0,07 (punto de muestreo HID-QPall2) hasta 0,09 (punto de muestreo HID-QAnga1). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,07 (puntos de muestreo HID-QAnga1 y HID-QUmas1) hasta 0,11 (puntos de muestreo HID-QPall1 y HID-QPall2).

Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,92 (punto de muestreo HID-QPall2) hasta 0,94 (punto de muestreo HID-QAnga1). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,91 (puntos de muestreo HID-QPall1 y HID-QUmas1) hasta 0,95 (punto de muestreo HID-QAnga1) (Figura 7-72).





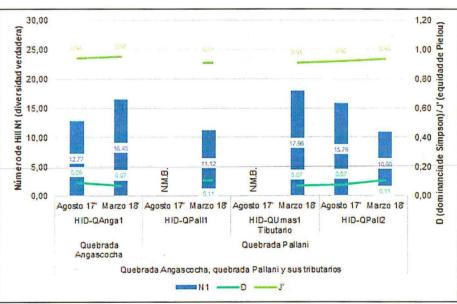




Para el análisis de diversidad alfa se observó un establecimiento muy similar de la comunidad hidrobiológica del perifiton (microalgas) durante la época seca y humeda. Por ende, existió una distribución homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en el mismo punto de muestreo durante ambas épocas.

-Diversidad beta

El análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar un agrupamiento con una similitud mayor al 40 %. Este agrupamiento presentó una similitud de géneros del 40,14 % entre los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Angascocha (HID-QAnga1), en la quebrada Pallani (HID-QPall1) y en la quebrada Umasa (HID-QUmas1) la cual tributa sus aguas en la quebrada Pallani evaluados durante la época húmeda. Las especies comunes entre estos tres puntos de muestreo fueron Encyonema cf. neogracile, Eunotia arcus, Eunotia cf. flexella, Eunotia sp. 2 y Frustulia amphipleuroides pertenecientes al phylum Bacillariophyta (Figura 7-73)



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-72. Diversidad alfa de la comunidad del perifiton (microalgas) según la categoría taxonómica phylum en la quebrada Angascocha-Pallani y su tributario, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

X

12

del Ambiente

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

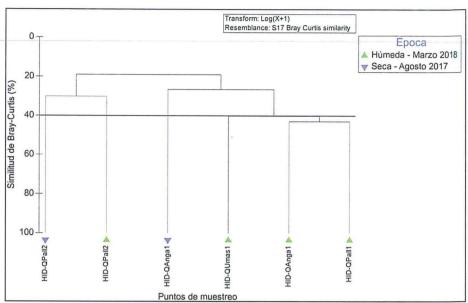


Figura 7-73. Diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad del perifiton (microalgas) en la quebrada Angascocha-Pallani y su tributario, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Microorganismos

-Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de perifiton (microorganismos) en las quebradas Angascocha, Pallani y sus tributarios estuvo representada por una especie durante la época seca (agosto 2017), Proales sp. (phylum Rotifera). Se colectaron dos organismos/cm2 de esta especie en HID-QAnga1 (quebrada Angascocha). Asimismo, durante la época húmeda (marzo 2018) la muestra estuvo representada por cuatro especies, Trineam lineare (phylum Cercozoa), Nematoda ND (especie no determinada del phylum Nematoda), Lecane leontina y Proales sp. (estas dos últimas pertenecientes al phylum Rotifera). Se colectaron 21 organismos/cm2 de la primera especie en mención en HID-QPall1 (quebrada Pallani), mientras que de las otras tres especies se colectaron 7 organismos/cm2 para cada una en HID-QAnga1 (quebrada Angascocha) (Anexo 4).

Cabe indicar que durante la época seca como durante la época húmeda no se colectaron organismos en HID-QPall2 (quebrada Pallani). Tampoco se colectaron organismos en HID-QUmas1 (quebrada Umasa, tributario de la quebrada Pallani) durante la época húmeda.

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) durante la época seca (agosto 2017) fue de 1,00 en el punto de muestreo HID-QAnga1. En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) varió desde 1,00 (punto de muestreo HID-QPall1) hasta 3,00 especies efectivas (punto de muestreo HID-QAnga1). Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca fue de 1,00 en el punto de muestreo HID-QAnga1, alcanzando la mayor dominancia (igual a la unidad) en esta época ya que se colectó una sola





especie. En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,33 (punto de muestreo HID-QAnga1) hasta 1,00 (punto de muestreo HID-QPall1). Cabe indicar que el punto HID-QPall1 alcanzó la mayor dominancia (igual a la unidad) en esta época ya que se colectó una sola especie en este punto. Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época húmeda fue de 1,00 en el punto de muestreo HID-QAnga1. Cabe indicar que en el el resto de puntos no se pudo calcular la equidad ya que se colectó una sola especie.

Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor, aunque leve, establecimiento de la comunidad hidrobiológica del perifiton (microorganismos) durante la época húmeda en comparación a la época seca.

-Diversidad beta

Se realizó el análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis, conformándose un agrupamiento con una similitud de especies del 29,95 % entre el punto de muestreo HID-QAnga1 evaluado en ambas épocas (agosto 2017 y marzo 2018). Las especies comunes entre estos dos puntos de muestreo fue Proales sp. perteneciente al phylum Rotifera.

b. Macroinvertebrados bentónicos

-Composición, riqueza y abundancia de especies

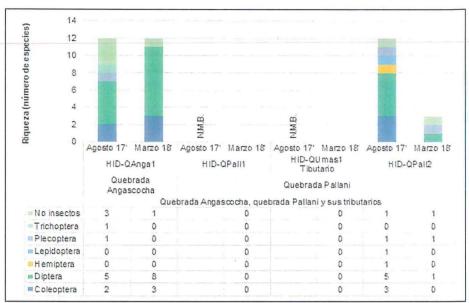
La muestra de macroinvertebrados bentónicos en las quebradas Angascocha, Pallani y sus tributarios estuvo representada por 20 especies durante la época seca y 14 especies durante la época húmeda. Durante la época seca se colectaron seis órdenes de insectos (Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Plecoptera y Trichoptera) y un grupo de no insectos, mientras que en la época húmeda se colectaron tres órdenes de insectos (Diptera, Coleoptera y Plecoptera) y un grupo de no insectos (Anexo 4).

Durante la época seca se pudo cuantificar la riqueza en los puntos de muestreo HID-QAnga1 (quebrada Angascocha) y HID-QPall2 (quebrada Pallani) representado por 12 especies cada uno de ellos. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QAnga1 (quebrada Angascocha) representado por 12 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-QUmas1 (quebrada Umasa, tributario de la quebrada Pallani) donde no se colectaron organismos (Figura 7-74).





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



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas. Figura 7-74. Riqueza (número de especies) la comunidad de de macroinvertebrados bentónicos según la categoría taxonómica phylum en la quebrada Angascocha-Pallani y su tributario, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

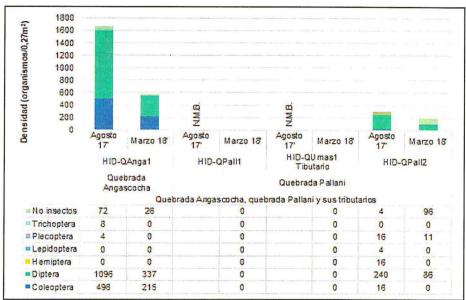
La densidad (abundancia) total acumulada de los macroinvertebrados bentónicos durante la época seca fue de 1972 organismos/0,27 m², mientras que durante la época húmeda fue de 771 organismos/0,27 m². Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QAnga1 (quebrada Angascocha) representado por 1676 organismos/0,27 m², mientras que la menor densidad se dio en HID-QPall2 (quebrada Pallani) representado por 296 organismos/0,27 m². Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QAnga1 (quebrada Angascocha) representado por 578 organismos/0,27 m², mientras que la menor densidad se dio en HID-QUmas1 (quebrada Umasa, tributario de la quebrada Pallani) donde no se colectaron organismos (Figura 7-75). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Cricotopus sp. (orden Diptera, phylum Arthropoda) con 828 organismos/0,27 m², colectada en los dos puntos evaluados: HID-QAnga1 y HID-QPall2. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Pentaneura sp. (orden Diptera, phylum Arthropoda) con 272 organismos/0,27 m², colectada en dos puntos evaluados: HID-QAnga1 y HID-QPall2 (Anexo 4).



Ministerio

del Ambiente

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



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-75. Densidad (abundancia) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos según la categoría taxonómica phylum en la quebrada Angascocha-Pallani y su tributario, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que en las quebradas Angascocha, Pallani y sus tributarios el número de Hill N1 (diversidad verdadera) durante la época seca (agosto 2017) varió desde 4,31 (punto de muestreo HID-QAnga1) hasta 4,80 especies efectivas (punto de muestreo HID-QPall2). En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) varió desde 2,39 (punto de muestreo HID-QPall2) hasta 7,26 especies efectivas (punto de muestreo HID-QAnga1).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0,31 (punto de muestreo HID-QAnga1) hasta 0,33 (punto de muestreo HID-QPall2). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,18 (punto de muestreo HID-QAnga1) hasta 0,45 (punto de muestreo HID-QPall2).

Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,59 (punto de muestreo HID-QAnga1) hasta 0,63 (punto de muestreo HID-QPall2). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,79 (punto de muestreo HID-QPall2) hasta 0,80 (punto de muestreo HID-QAnga1). (Figura 7-76)

Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica de los macroinvertebrados bentónicos durante la época seca en HID-QPall2, en comparación a HID-QAnga1 la cual tuvo un mejor establecimiento en la época húmeda.

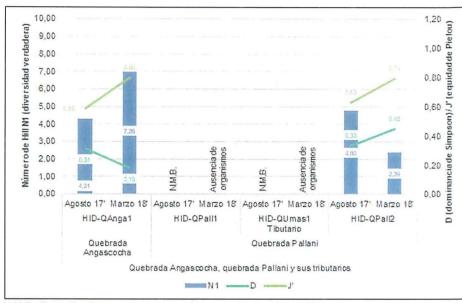
-Diversidad beta

Se realizó el análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis, conformándose un agrupamiento con una similitud de especies del 36,03 % entre los puntos de muestreo HID-QAnga1 (quebrada Angascocha) y HID-QPall2 (quebrada Pallani) evaluados durante la época seca. Esta similitud se



X

dio por especies en común entre ellas como Austrelmis sp. perteneciente al orden Coleoptera; Alotanypus sp. y Cricotopus sp. pertenecientes al orden Diptera; así como Claudioperla tigrina perteneciente al orden Gripopterygidae (Figura 7-77).



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-76. Diversidad alfa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la quebrada Angascocha-Pallani y su tributario, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

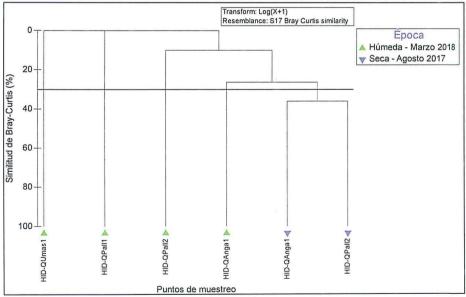


Figura 7-77. Diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la quebrada Angascocha-Pallani y su tributario, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

c. Peces

No se realizó la colecta de peces en en la quebrada Angascocha, quebrada Pallani y sus tributarios.





Ministerio del Ambiente

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

Zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume.

a. Perifiton

Microalgas

Composición, riqueza y abundancia de especies

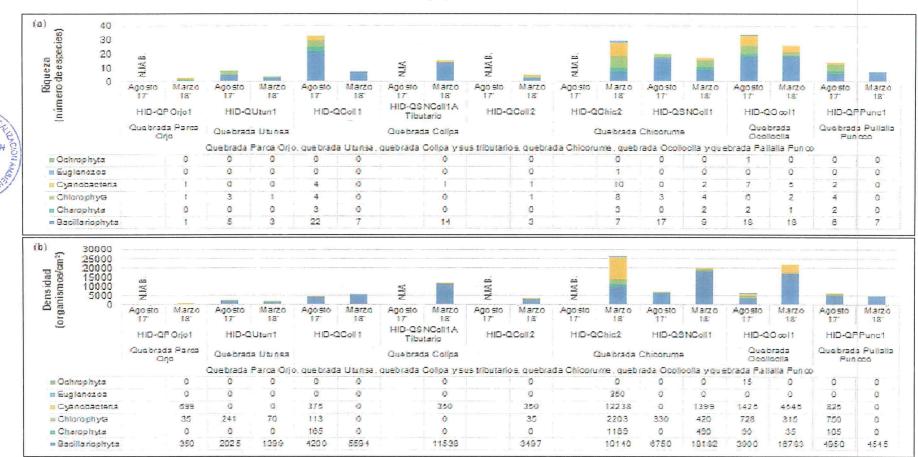
La muestra de perifiton (microalgas) en las Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume estuvo representada por 79 especies durante la época seca (agosto 2017) y 63 especies durante la época húmeda (marzo 2018). Durante la época seca se colectaron cinco phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria y Ochrophyta). Asimismo, durante la época húmeda se colectaron cinco phyla (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria y Euglenozoa) (Anexo 4).

Durante la época seca la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QOcol1 (quebrada Ocolloclla) representado por 34 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-QUtun1 (quebrada Utunsa) representado por ocho especies. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QChic2 (quebrada Chicorume) representado por 29 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-QPOrjo1 (quebrada Parca Orjo) representado por tres especies (Figura 7-78a).

La densidad (abundancia) total acumulada del perifiton (microalgas) durante la época seca fue de 26987 organismos/cm², mientras que durante la época húmeda fue de 70629 organismos/cm². Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QSNColl1 (quebrada Chicorume) representado por 7080 organismos/cm2, mientras que la menor densidad se dio en HID-QUtun1 (quebrada Utunsa) representado por 2266 organismos/cm². Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QChic2 (quebrada Chicorume) representado por 26120 organismos/cm2, mientras que la menor densidad se dio en HID-QPOrjo1 (quebrada Parca Orjo) representado por 1084 organismos/cm² (Figura 7-78b). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Hannaea arcus (phylum Bacillariophyta) con 3975 organismos/cm2, colectada en tres de los puntos evaluados: HID-QColl1, HID-QSNColl1 y HID-QPPunc1. Asimismo, Hannaea arcus fue la especie de mayor densidad durante la época húmeda con 11189 organismos/cm², colectada en dos de los puntos evaluados: HID-QSNColl1 y HID-QPPunc1 (Anexo 4).







N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas.

N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-78. a) Riqueza (número de especies) y b) densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microalgas) según la categoría taxonómica phylum en la zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

1



-Diversidad alfa

del Ambiente

La diversidad alfa indicó que en las quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, el número de Hill N1 (diversidad verdadera) durante la época seca (agosto 2017) varió desde 5.04 (punto de muestreo HID-QUtun1) hasta 22,40 especies efectivas (punto de muestreo HID-QColl1). En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) varió desde 2,14 (punto de muestreo HID-QPOrjo1) hasta 19,52 especies efectivas (punto de muestreo HID-QOcol1).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0,06 (punto de muestreo HID-QColl1) hasta 0,26 (punto de muestreo HID-QUtun1). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,06 (punto de muestreo HID-QOcol1) hasta 0,52 (punto de muestreo HID-QPOrjo1).

Segun, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,72 (punto de muestreo HID-QPPunc1) hasta 0,89 (punto de muestreo HID-QColl1). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,66 (punto de muestreo HID-QSNColl1) hasta 0,95 (punto de muestreo HID-QPPunc1). Figura 7-79a.

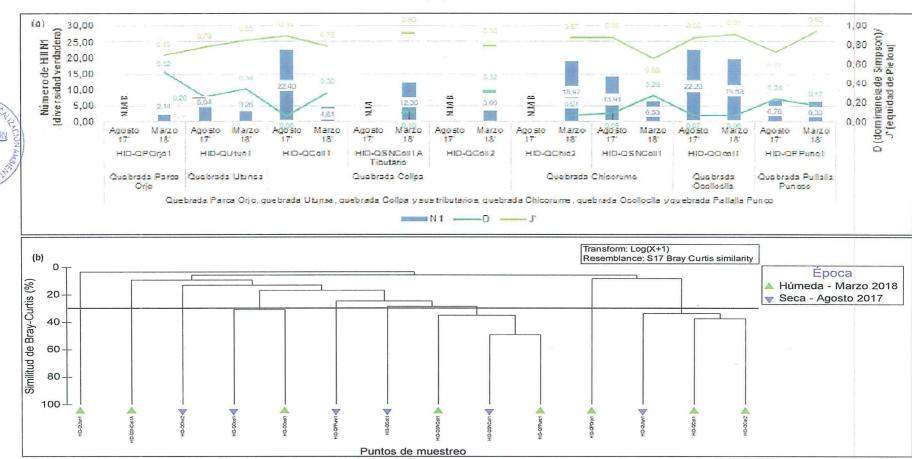
Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor establecimiento de la comunidad hidrobiológica del perifiton (microalgas) durante la época seca, evidenciándose en valores altos de diversidad verdadera, como valores altos de equidad y valores bajos de dominancia. Por ende, existe una distribución homogénea de la abundancia (densidad) de organismos por especie en los puntos de muestreo durante la época seca en comparación a la época húmeda.

-Diversidad beta

El análisis de diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar tres agrupamientos con una similitud mayor al 30 %. El primer agrupamiento presentó una similitud de especies del 30,85 % entre los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Ocolloclla (HID-Ocol1) evaluado durante ambas épocas (agosto 2017 y marzo 2018). Asimismo, el segundo agrupamiento presentó una similitud de especies del 35,05% entre el punto de muestreo ubicado en la quebrada Pullalla Puncco (HID-QPPunc1) evaluado durante la época húmeda (marzo 2018) y el punto de muestreo ubicado en la quebrada Chicorume (HID-QSNColl1) evaluado durante ambas épocas. Finalmente, el tercer agrupamiento presentó una similitud de especies del 33,83 % entre los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Collpa (HID-QColl1 y HID-QColl2) evaluados durante la época húmeda y el punto de muestreo ubicado en la quebrada Utunsa (HID-QUtun1) evaluado durante la época seca (agosto 2017) (Figura 7-79b).







N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas.

N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-79. a) Diversidad alfa y b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad del perifiton (microalgas) en la zona VI: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa—Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume; durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)



Microorganismos

Ministerio

del Ambiente

Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de perifiton (microorganismos) en las quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa (incluyendo sus tributarios), Chicorume, Ocolloclla y Pallalla Punco estuvo representada por una especie durante la época seca (agosto 2017), Nematoda ND (especie no determinada del phylum Nematoda). Se colectaron 5 organismos/cm2 de esta especie en HID-QOcol1 (quebrada Ocolloclla). Asimismo, durante la época húmeda (marzo 2018) la muestra estuvo representada por tres especies durante la época húmeda, Euglypha acanthophora (phylum Cercozoa), Trinema lineare (phylum Cercozoa) y Proales sp. (phylum Rotifera). Se colectaron 7 organismos/cm² y 42 organismos/cm² de la primera y segunda especie en mención, respectivamente en HID-QOcol1 (quebrada Ocolloclla). Por otro lado, que de la tercera especie en mención se colectaron 14 organismos/cm² en HID-QChic2 (quebrada Chicorume) (Anexo 4).

Cabe indicar que durante la época seca como durante la época húmeda no se colectaron organismos en HID-QUtun1 (quebrada Utunsa), HID-QColl1 (quebrada Collpa), HID-QSNColl1 (quebrada Chicorume) y HID-QPPunc1 (quebrada Pullalla Puncco).

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 (diversidad verdadera) durante la época seca (agosto 2017) fue de 1,00 en el punto de muestreo HID-QOcol1. En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) varió desde 1,00 (punto de muestreo HID-QChic2) hasta 1,51 especies efectivas (punto de muestreo HID-QOcol1). Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca fue de 1,00 en el punto de muestreo HID-QOcol1, alcanzando la mayor dominancia (igual a la unidad) en esta época ya que se colectó una sola especie. En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,76 (punto de muestreo HID-QOcol1) hasta 1,00 (punto de muestreo HID-QChic2). Cabe indicar que el punto HID-QChic2 alcanzó la mayor dominancia (igual a la unidad) en esta época ya que se colectó una sola especie en este punto. Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época húmeda fue de 0,59 en el punto de muestreo HID-QOcol1. Cabe indicar que en el resto de los puntos no se pudo calcular la equidad ya que se colectó una sola especie.

Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor, aunque leve establecimiento de la comunidad hidrobiológica del perifiton (microorganismos) durante la época húmeda en comparación a la época seca.

Diversidad beta

No se realizó el análisis de diversidad beta debido a la falta de similitud entre especies de microorganismos de perifiton entre los distintos puntos en las quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa y sus tributarios, Chicorume, Ocolloclla y Pallalla Punco, durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018).







b. Macroinvertebrados bentónicos

Composición, riqueza y abundancia de especies

La muestra de macroinvertebrados bentónicos en las quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, estuvo representada por 34 especies durante la época seca y 12 especies durante la época húmeda. Durante la época seca se colectaron ocho órdenes de insectos (Diptera, Coleoptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Odonata, Plecoptera y Trichoptera) y un grupo de no insectos, mientras que en la época húmeda se colectaron tres órdenes de insectos (Diptera, Ephemeroptera y Plecoptera) y un grupo de no insectos (Anexo 4).

Durante la época seca la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QPPunc1 (quebrada Collpa-Pallalla Punco) representado por 18 especies, mientras que la menor riqueza se dio en HID-QColl1 (quebrada Collpa-Pallalla Punco) representado por ocho especies. Durante la época húmeda la mayor riqueza por punto de muestreo se dio en HID-QPPunc1 representado por siete especies, mientras que la menor riqueza se dio en las quebradas Parca Orjo (HID-QPOrjo1), Utunsa (HID-QUtun1), Collpa (HID-QColl2), Chicorume (HID-QSNColl1) y Ocolloclla (HID-QOcol1) donde no se colectaron organismos (Figura 7-80a).

La densidad (abundancia) total acumulada del perifiton (microalgas) durante la época seca fue de 9572 organismos/0,27 m², mientras que durante la época húmeda fue de 539 organismos/0,27 m². Durante la época seca la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QOcol1 (quebrada Ocolloclla) representado por 3724 organismos/0,27 m², mientras que la menor densidad se dio en HID-QColl1 (quebrada Collpa) representado por 740 organismos/0,27 m2. Durante la época húmeda la mayor densidad por punto de muestreo se dio en HID-QChic2 (quebrada Chicorume) representado por 257 organismos/0,27 m2, mientras que la menor densidad se dio en las quebradas Parca Orjo (HID-QPOrjo1), Utunsa (HID-QUtun1), Collpa-Pallalla Punco (HID-QColl2), Chicorume (HID-QSNColl1) y Ocolloclla (HID-QOcol1) donde no se colectaron organismos (Figura 7-80b). La especie de mayor densidad durante la época seca fue Cricotopus sp. (orden Diptera, phylum Arthropoda) con 5032 organismos/0,27 m², colectada en los cinco puntos evaluados: HID-QUtun1, HID-QColl1, HID-QSNColl1, HID-QOcol1 y HID-QPPunc1. Asimismo, la especie de mayor densidad durante la época húmeda fue Claudioperla sp. (orden Plecoptera, phylum Arthropoda) con 203 organismos/0,27 m², colectada en tres puntos evaluados: HID-QColl1, HID-QSNColl1A y HID-QChic2 (Anexo 4).









N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas.

N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-80. a) Riqueza (número de especies) y b) densidad (abundancia) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos según la categoría taxonómica phylum en zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa—Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume; durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

-Diversidad alfa

La diversidad alfa indicó que en las quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, el número de Hill N1 (diversidad verdadera) durante la época seca (agosto 2017) varió desde 2,46 (HID-QOcol1) hasta 4,00 especies efectivas (HID-QPPunc1). En cambio, durante la época húmeda (marzo 2018) varió desde 1,93 (HID-QColl1) hasta 4,12 especies efectivas (HID-QPPunc1).

Asimismo, la dominancia de Simpson (D) durante la época seca varió desde 0,32 (HID-QSNColl1) hasta 0,65 especies efectivas (HID-QOcol1). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,30 (HID-QPPunc1) hasta 0,53 (HID-QColl1).

Finalmente, la equidad de Pielou (J') durante la época seca varió desde 0,31 (punto de muestreo HID-QOcol1) hasta 0,60 especies efectivas (punto de muestreo HID-QUtun1). En cambio, durante la época húmeda varió desde 0,72 (punto de muestreo HID-QChic2) hasta 0,99 (punto de muestreo HID-QSNColl1A). Además, durante la época húmeda no se pudieron calcular los índices de diversidad alfa en varios puntos debido a la ausencia de organismos (Figura 7-81a).

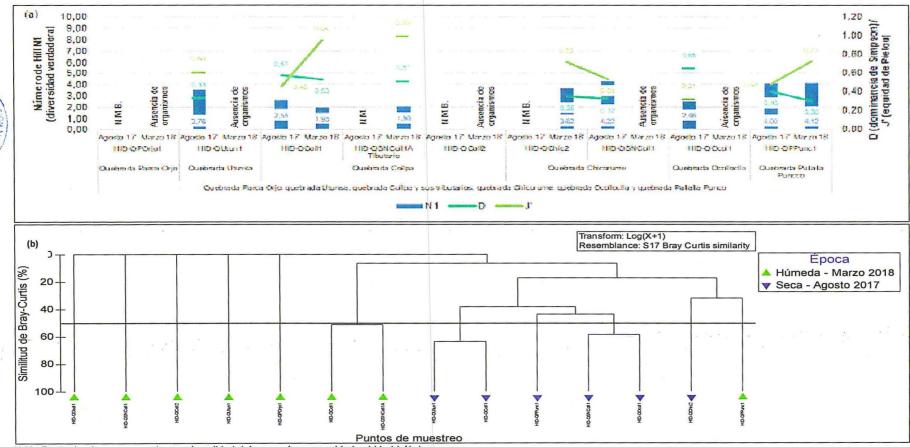
Para el análisis de diversidad alfa se observó un mejor, aunque leve, establecimiento de la comunidad hidrobiológica de los macroinvertebrados bentónicos durante la época seca, evidenciándose en mayores valores de diversidad verdadera, como valores altos de equidad y valores bajos de dominancia. Por ende, existió una distribución homogénea de abundancia (densidad) de organismos por especie en los puntos de muestreo durante la época seca en comparación a la época húmeda.

-Diversidad beta

El análisis de diversidad beta en las quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar tres agrupamientos con una similitud mayor al 50 %. El primer agrupamiento presentó una similitud de especies del 51,17 % entre los puntos de muestreo ubicados en la quebrada sin nombre (HID-QSNColl1A, tributario de la quebrada Collpa) y el punto ubicado en la quebrada Collpa—Pallalla Punco (HID-QColl1) evaluados durante la época húmeda (marzo 2018). Asimismo, el segundo agrupamiento presentó una similitud de especies del 63,42 % entre los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Utunsa (HID-QUtun1) y el punto ubicado en la quebrada Collpa—Pallalla Punco (HID-QColl1) evaluados durante la época seca (agosto 2017). Finalmente, el tercer agrupamiento presentó una similitud de especies del 58,36 % entre los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Chicorume (HID-QSNColl1) y el punto ubicado en la quebrada Ocolloclla (HID-QColl1) evaluados durante la época seca (Figura 7-81b).







N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas.

N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-81. a) Diversidad alfa y b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por agrupamientos) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa—Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume; durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

c. Peces

En la época seca (agosto 2017) se realizó la colecta de *Oncorhynchus mykiss* «trucha» en la piscigranja ubicado aguas debajo de la quebrada Chicorume (a la altura de punto HID-QColl2) y durante ambas épocas (agosto 2017 y marzo 2018) en la piscigranja ubicado aguas abajo del punto quebrada Ocolloclla (HID-QOcol1).

- Composición, riqueza y abundancia de especies

En la piscigranja ubicado aguas debajo de la quebrada Chicorume (a la altura de punto HID-QColl2) y en la piscigranja ubicado aguas abajo del punto quebrada Ocolloclla (HID-QOcol1), se colectaron e identificaron en campo dos individuos de *Oncorhynchus mykiss* «trucha» durante la época seca (agosto 2017), uno de ellos identificado como HID-QColl2 y el otro coo HID-QOcol1. Asimismo, durante la época húmeda (marzo 2018) se colectó un individuo de *O. mykiss* «trucha» en la piscigranja ubicado aguas abajo del punto HID-QOcol1 (quebrada Ocolloclla).

Bioacumulación de metales en tejidos de peces

En la Tabla 7-10 se presentan las concentraciones de metales (cadmio, mercurio y plomo) que se obtuvieron por muestra de tejido muscular de *Oncorhynchus mykiss* «trucha» durante la época seca (agosto 2017) en la piscigranja ubicado aguas debajo de la quebrada Chicorume (a la altura de punto HID-QColl2) y durante la época seca y húmeda en la piscigranja ubicado aguas abajo del punto HID-QOcol1 (quebrada Ocolloclla). Ninguna de las muestras excedió el contenido máximo para su consumo, de acuerdo al manual «Indicadores sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación» del SANIPES (2016).

Tabla 7-10. Bioacumulación de metales en músculo de peces O. mykiss «trucha» capturados en las piscigranias

Parámetro	Contenidos	Tejido muscular (mg/Kg)						
	máximos (mg/kg peso	Época	Época húmeda					
	fresco)	HID-QColl2	HID-QOcol1	HID-QOCol1				
Cadmio (Cd)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,0001				
Mercurio (Hg)	0,5	0,01	< 0,005	< 0,0004				
Plomo (Pb)	0,3	< 0,05	< 0,05	< 0,003				
Especie		O. mykiss «trucha»	O. mykiss «trucha»	O. mykiss «trucha»				

^(*) Datos correspondientes al informe de ensayo N° SAA-17/01776 realizado por AGQ PERU S.A.C. (**) Datos correspondientes al informe de ensayo N° 13359/2018 realizado por ALS LS PERU S.A.C.

d. Relación entre variables ambientales biológicas y no biológicas

-Análisis de Componentes Principales (ACP)

El análisis de ACP se realizó en los puntos donde se evaluó la calidad de agua superficial y la calidad de sedimento. Estos puntos correspondieron a QUtun1 (quebrada Utunsa), QColl1 (quebrada Collpa-Pallalla Punco), QColl2 (quebrada Collpa-Pallalla Punco), QChic1 (quebrada Chicorume) y QSNColl1 (quebrada Chicorume).



SUBJECT OFFA

Para las variables ambientales de agua, la varianza total explicada a partir de la extracción de tres componentes fue de 97,05 %, donde el primer componente aportó un 56,68 %, el segundo componente aportó 28,13 % y el tercer componente aportó 10,25 % (Tabla 7-11).

El primer componente seleccionado para el análisis de correspondencia canónica (ACC) estuvo conformado por los metales totales niquel (Ni), cobalto (Co), aluminio (AI), cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn), litio (Li), manganeso (Mn), además de sulfatos, conductividad eléctrica (C.E.) y potencial de hidrógeno (pH). Este primer componente presentó correlaciones positivas entre los metales totales del agua, sulfatos y la conductividad eléctrica; así también una correlación negativa con el potencial de hidrógeno. Esto indicó que el aumento en la concentración de los metales totales estaría relacionado a un aumento de sulfatos y de la conductividad eléctrica, además de una reducción del potencial de hidrógeno.

Tabla 7-11. Análisis de componentes principales para las variables incluidas en los ECA para agua 2017, Cat.3 (D1 y D2), en las quebradas Utunsa, Collpa-Pallalla

Veriebles	Co	mponentes rota	dos
Variables	1	2	3
CE (AS)	0,991		
Ni (AS)	0,989		0,129
Co (AS)	0,988		0,145
AI (AS)	0,986		
Sulfatos (AS)	0,984		
Cu (AS)	0,980	0,200	
Fe (AS)	0,974	0,214	
Zn (AS)	0,960		0,218
Li (AS)	0,924	0,150	-0,166
Mn (AS)	0,909		0,398
pH (AS)	-0,839	-0,507	-0,186
Bo (AS)		0,913	0,312
As (AS)		0,904	0,425
Ba (AS)	0,395	0,899	0,180
Pb (AS)	0,337	0,864	0,343
Bicarbonatos (AS)	-0,568	-0,803	
Cd (AS)	0,631	-0,675	0,307
Se (AS)	-0,312	0,670	0,517
T (AS)	-0,138	-0,235	-0,962
Mg (AS)	0,118	0,223	0,927
OD (AS)	0,301	0,483	0,822
Varianza explicada (%)	58,68	28,13	10,25
Varianza acumulada (%)	58,68	86,81	97,05

AS: Agua superficial

Asimismo, para las variables ambientales de sedimentos, la varianza total explicada a partir de la extracción de dos componentes fue de 91,38 %, donde el primer componente aportó un 66,43 %, mientras el segundo componente aportó 24,96 % (Tabla 7-12).



El primer componente seleccionado para el análisis de correspondencia canónica (ACC) estuvo conformado por los metales totales cobre (Cu), arsénico (As), plomo (Pb) y cadmio (Cd). Este primer componente presentó correlaciones positivas entre los metales totales, indicando una elevación o reducción homogénea de sus concentraciones.

Tabla 7-12. Análisis de componentes principales para las variables incluidas en la CEQG para sedimento, en las uebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa–Pallalla Punco v tributarios Ocolloclla v Chicorume, durante la época húmeda (marzo 2018)

Variables	Componente	s rotados
Variables	1,	2
Cu (SED)	0,926	0,245
As (SED)	0,920	-0,323
Pb (SED)	0,894	-0,376
Cd (SED)	0,828	-0,329
Cr (SED)		0,991
Hg (SED)	-0,326	0,867
Zn (SED)	-0,621	0,752
Varianza explicada (%)	66,43	24,96
Varianza acumulada (%)	66,43	91,38

SED: Sedimento

-Análisis de correspondencia canónica (ACP)

En la Tabla 7-13 se observa que en las quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, durante la época húmeda (marzo 2018) el primer eje explicó el 50,74 % de la varianza de las variables analizadas, mientras que el segundo eje explicó una varianza del 35,38 %. Por lo tanto, los primeros dos ejes juntos explicaron el 86,12 % de la varianza acumulada. El eje restante contribuyó con un poco menos del 15,00 % de la varianza, por lo que la interpretación de los resultados se basa en los dos primeros ejes.

Tabla 7-13. Resumen de variables para el análisis de correspondencia canónica en las quebradas Utunsa, Collpa–Pallalla Punco y tributario Chicorume, durante la época húmeda (marzo 2018)

No.	Eje 1	Eje 2	Eje 3		
	Valor propio (<i>ei</i>	genvalue)	0,658	0,459	0,180
	Varianza explicada (%)			35,38	13,88
Varianza de especies		Varianza acumulada explicada (%)	50,74	86,12	100,00
		QColl1	-0,994	-0,017	0,585
	Puntos de muestreo	QColl2	-1,355	0,018	-0,926
		QSNColl1	0,579	-1,109	-0,050
		QChic1	0,606	0,641	-0,024
Carrolagianas		Dugesia sp.	0,878	1,368	-0,178
Correlaciones		Claudioperla sp.	-0,139	0,770	1,299
	Variables	Corynoneura sp.	0,878	1,368	-0,178
	biológicas	ambientales Podonomus sp.		1,368	-0,178
	3	Muscidae ND	-1,495	-0,027	3,267
		Simulium sp.		1,368	-0,178



Ministerio

del Ambiente

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

	Análisis de va	ariables	Eje 1	Eje 2	Eje 3
		Nitzschia gracilis	0,878	1,368	-0,178
		Gomphonema subclavatum	-0,159	-1,362	1,286
		Eunotia arcus	-1,721	0,038	-0,761
		Eunotia cf. exigua	-1,721	0,038	-0,758
		Frustulia saxonica	-0,242	0,710	1,448
		Fragilaria capuccina var. gracilis	0,878	1,368	-0,178
		Hannaea arcus	0,889	-2,409	-0,269
		Tabellaria floculosa	0,883	-0,460	-0,222
		Leptolyngbya sp. 1	0,883	-0,370	-0,220
	,	Stigeoclonium sp.	0,078	-0,057	-1,578
		pH (AS)	0,910	-0,108	-0,155
		CE (AS)	-0,601	-0,517	0,298
		As (SED)	-0,900	-0,185	0,004
		Cd (SED)	-0,996	0,116	-0,329
		Cu (SED)	-0,864	-0,340	-0,187
		Pb (SED)	-0,938	0,288	0,068
	Variables	Sulfatos (AS)	-0,729	-0,477	0,081
	ambientales	AI (AS)	-0,858	-0,028	0,232
	no biológicas	Co (AS)	-0,711	-0,227	0,387
		Cu (AS)	-0,747	0,114	0,443
		Fe (AS)	-0,891	0,014	0,175
		Li (AS)	-0,455	0,091	0,739
		Mn (AS)	-0,707	-0,465	0,163
		Ni (AS)	-0,612	-0,270	0,496
		Zn (AS)	-0,564	-0,396	0,471

AS: Agua superficial SED: Sedimentos

En la Figura 7-82 se describe gráficamente la relación entre las variables ambientales biológicas (especies del perifiton y de los macroinvertebrados bentónicos) y las variables ambientales no biológicas (agua y sedimento) con relación a los puntos de muestreo evaluados. Se observa que Muscidae ND (orden Diptera, clase Insecta), Eunotia cf. exigua (phylum Bacillariophyta) v Eunotia arcus (phylum Bacillariophyta) se encontraron asociados a la conductividad eléctrica (en un rango de 67,8 µS/cm y 168 µS/cm), concentraciones de sulfatos, aluminio, cobalto,cobre, hierro, litio, manganeso, niquel y zinc en agua superficial, así como a concentraciones de arsénico, cadmio, cobre y plomo en sedimento, teniendo como referencia los puntos QColl1 y QColl2 (ambos puntos ubicados en la quebrada Pallalla Punco).



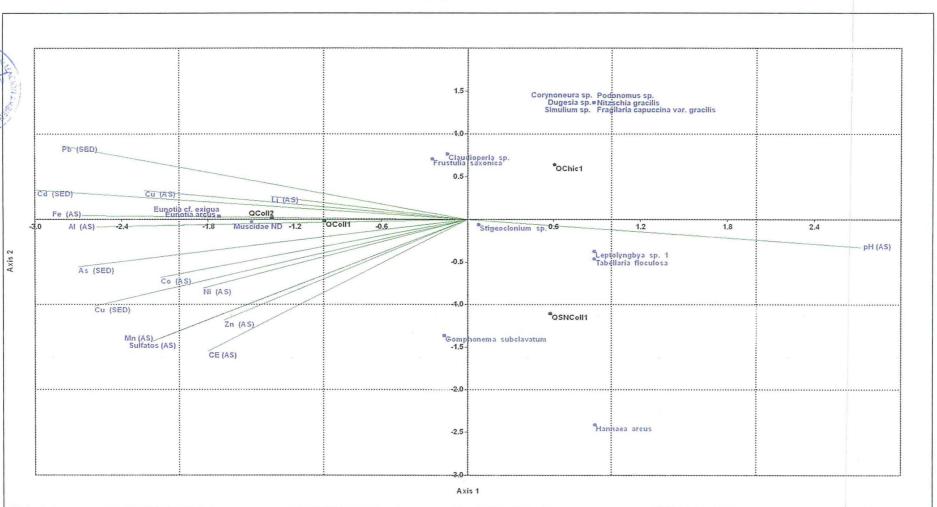


Figura 7-82. Análisis de correspondencia canónica entre las variables ambientales biológicas (especies del perifiton y de los macroinvertebrados bentónicos) y las variables ambientales no biológicas (agua y sedimentos) en las quebradas Utunsa, Collpa—Pallalla Punco y tributario Chicorume, durante la época húmeda (marzo 2018)



e. Calidad ecológica

En la Tabla 14 se presenta la calidad ecológica de las quebradas evaluadas en la microcuenca Chicorume-Pallani durante la época seca (agosto 2017) y época húmeda (marzo 2018).

En la zona de la quebrada Angascocha, quebrada Pallani y sus tributarios que durante la época seca, los puntos HID-QAnga1 y HID-QPall2 presentaron una moderada calidad ecológica. Asimismo, durante la época húmeda, los puntos HID-QAnga1 y HID-QPall2 presentaron una mala calidad ecológica; mientras que los puntos HID-QPall1 y HID-QUmas1 presentaron una pésima calidad ecológica.

En las quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume, durante la época seca, el punto HID-QColl1 presentó una mala calidad ecológica; los puntos HID-QUtun1 y HID-QPPunc1 presentaron una moderada calidad ecológica; y los puntos HID-QSNColl1 y HID-QOcol1 presentaron una buena calidad ecológica. Asimismo, durante la época húmeda, los puntos HID-QColl1, HID-QSNColl1A, HID-QChic2 y HID-QPPunc1 preentaron una mala calidad ecológica; mientras que los puntos HID-QPOrjo1, HID-QUtun1, HID-QColl2, HID-QSNColl1 y HID-QOcol1 presentaron una pésima calidad ecológica.







Tabla 7-14. Calidad ecológica obtenida para la microcuenca Chicorume-Pallani (ambientes lóticos) durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

		Punto de	Époc	ca seca - agosto 2	017	Época húmeda - marzo 2018					
	Zona		Calidad hidromorfológica	Calidad biológica	Calidad ecológica	Calidad hidromorfológica	Calidad biológica	Calidad ecológica			
		HID-QAnga1	Buena	Moderada	Moderada	Buena	Mala	Mala			
	Quebrada Angascocha-	HID-QPall1	No se evalu	uó este punto de	muestreo	Moderada	Pésima	Pésima			
	Pallani y sus tributarios	HID-QUmas1	No se evalu	uó este punto de	Moderada	Pésima	Pésima				
		HID-QPall2	Buena	Moderada	Moderada	Buena	Mala	Mala			
	Quebradas	HID-QPOrjo1	No se evalu	uó este punto de	muestreo	Buena	Pésima	Pésima			
		HID-QUtun1	Buena	Moderada	Moderada	Buena	Pésima	Pésima			
Microcuenca Chicorume -		HID-QColl1	Buena	Mala	Mala	Moderada	Mala	Mala			
Pallani	Parca Orjo, Utunsa, Collpa-	HID- QSNColl1A	No se evalu	uó este punto de	muestreo	Buena	Mala	Mala			
	Pallalla Punco y	HID-QColl2	No se evalu	uó este punto de	muestreo	Buena	Pésima	Pésima			
	Ocolloclia y	HID-QChic2	No se evaluó este punto de muestreo			Buena	Mala	Mala			
	Chicorume	HID-QSNColl1	Buena	Buena	Buena	Buena	Pėsima	Pésima			
		HID-QOcol1	Buena	Buena	Buena	Buena	Pésima	Pésima			
		HID-QPPunc1	Buena	Moderada	Moderada	Buena	Mala	Mala			





Ministerio

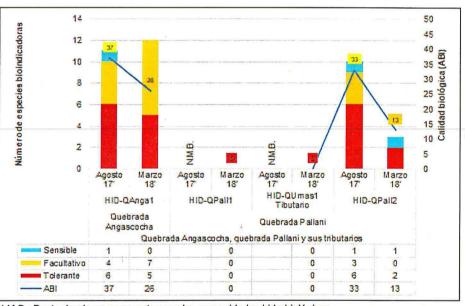
del Ambiente

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

En la Figura 7-83 y en la Figura 7-84 se aprecian los números de especies bioindicadoras relacionadas a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. así como los valores de calidad biológica obtenidos mediante el indice biótico andino (ABI) en la microcuenca Chicorume-Pallani.

Se puede apreciar en la quebrada Angascocha, quebrada Pallani v sus tributarios (Figura 7-83), que los valores relacionados a una moderada calidad biológica (de acuerdo a la Tabla 7-14) presentaron un número de especies sensibles mínimo (una especie), tal como sucede en el punto HID-QAnga1 durante la época seca. Asimismo, en este punto se aprecia un alto número de especies tolerantes (seis especies) y de especies facultativas (cuatro especies). Caso contrario ocurre en el punto HID-QPall2 en la época húmeda, donde se colectó una especie sensible y dos especies tolerantes, relacionándose a una pésima calidad biológica de acuerdo a la Tabla 7-14.

Se observa además una reducción de especies sensibles y tolerantes desde la época seca (agosto 2017) a la época húmeda (marzo 2018). Adicionalmente se observa en los puntos HID-QPall1 y HID-QUmas1 que la ausencia de organismos durante la época húmeda estaría relacionado a una pésima calidad biológica.



N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas. Figura 7-83. Número de especies bioindicadoras de la comunidad macroinvertebrados bentónicos en la quebrada Angascocha-Pallani y su tributario; durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)

Se puede apreciar en la quebrada Parca Orjo, quebrada Utunsa, quebrada Collpa y sus tributarios, quebrada Chicorume, quebrada Ocolloclla y quebrada Pallalla Punco (Figura 7-84), que los valores relacionados a una buena calidad biológica de acuerdo a la Tabla 7-14, presentaron un número de especies sensibles mínimo (una especie) pero un número alto de especies facultativas (entre siete y ocho especies), como sucede en los puntos HID-QSNColl1, HID-QOcol1 durante la época seca. Además, en estos puntos se colectaron cinco y tres especies tolerantes respectivamente. Caso contrario ocurrió en los puntos HID-QOColl1 y HID-QSNColl1A durante la época húmeda, donde solo se





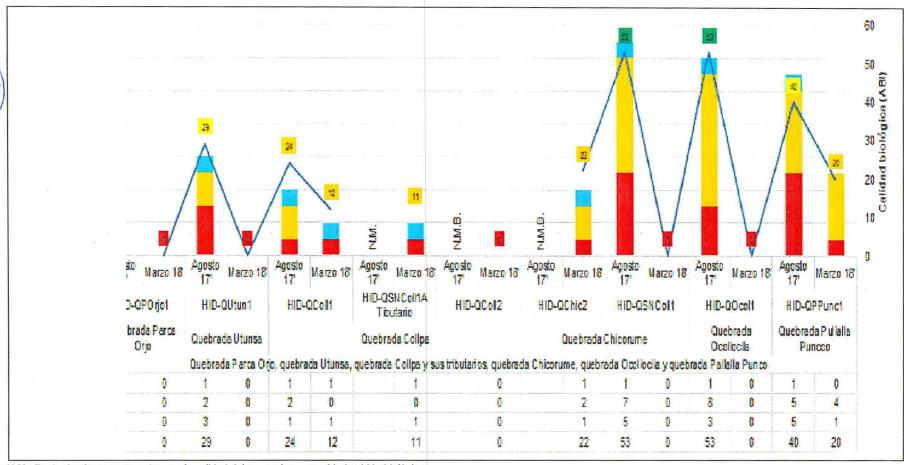


colectó una especie sensible y una especie tolerante, relacionándose a una mala calidad biológica.

Se observa además una reducción de especies sensibles, facultativas y tolerantes desde la época seca (agosto 2017) a la época húmeda (marzo 2018). Adicionalmente se observa en los puntos HID-QPOrjo1, HID-QUtun1, HID-QColl2, HID-QSNColl1 y HID-QOcol1 que la ausencia de organismos durante la época húmeda estaría relacionado a una pésima calidad biológica de acuerdo a la Tabla 7-14.



14



N.M.: Punto donde no se muestrearon la calidad del agua y las comunidades hidrobiológicas.

N.M.B.: Punto donde no se muestrearon las comunidades hidrobiológicas.

Figura 7-84. Número de especies bioindicadoras de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la zona IV: Quebradas Parca Orjo, Utunsa, Collpa-Pallalla Punco y tributarios Ocolloclla y Chicorume; durante las épocas seca (agosto 2017) y húmeda (marzo 2018)