



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

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



SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

2018

Handwritten signatures and initials in the left margin.

2A
4
0



PERÚ

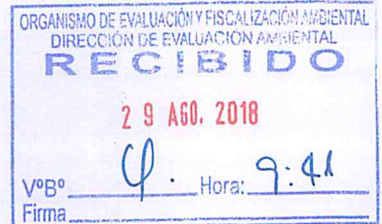
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

INFORME N.º 271 -2018-OEFA/DEAM-STEAC



A : FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN
Director de Evaluación Ambiental

DE : LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS
Subdirector de la Subdirección Técnica Científica

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

ZULAY VANESSA GUILLERMO PACCORI
Especialista Ambiental

JACQUELINE JANNET PECHUGA MELGAR
Tercero Evaluador

JESSICA ADELA ESPINO CIUDAD
Tercero Evaluador

MARVIN LUNA TELLO
Tercero Evaluador

OMAR MERLÍN JAIMES DE LA O
Tercero Evaluador

JHONY ÁNGEL RÍOS GARCÍA
Tercero Evaluador

HUBER SADY TRINIDAD PATRICIO
Tercero Evaluador

JACKELINE AMANDA DELGADO CORNEJO
Tercero Evaluador

RICHARD ALVAREZ JARAMILLO
Tercero Evaluador

ERICKA JUDITH MORGÁ CASTELLANOS
Tercero Evaluador

ASUNTO : Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero Sancos de Apumayo S.A.C. durante el 2017 y 2018.

REFERENCIA : Planefa 2018

FECHA : Lima, 29 AGO. 2018

2018-101-32035

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

1. INFORMACIÓN DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA

Datos generales de la evaluación ambiental temprana

a. Ubicación general	Distritos de Chaviña y Sancos, provincia Lucanas en el departamento Ayacucho.
----------------------	---



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

b.	Ámbito de influencia	Área de influencia ambiental de Apumayo S.A.C.
c.	Antecedente	Planefa 2017 y 2018
d.	Objetivo general	Evaluar la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto minero Sancos de Apumayo S.A.C. 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 Sancos de Apumayo S.A.C. durante el 2017 y 2018.

a.	Fecha de comisión	Primera salida	18/09/2017 al 27/09/2017			
		Segunda salida	10/03/2018 al 27/03/2018 19/03/2018 al 31/03/2018			
		Tercera salida	18/05/2018 al 31/05/2018			
b.	Puntos evaluados	Primera salida				
		Agua	Quebradas	20		
			Ríos	4		
			Manantiales	4		
		Comunidades hidrobiológicas	Perifiton	24		
			Macroinvertebrados	21		
		Suelo	26			
		Tejido vegetal	7			
		Segunda salida				
		Agua	Quebradas	31		
			Ríos	4		
			Manantiales	14		
		Comunidades hidrobiológicas	Perifiton	34		
			Macroinvertebrados	29		
		Flora	Zona I	4 transectos		
			Zona II	6 transectos		
			Zona III	4 transectos		
			Zona IV (EF)	6 transectos		
		Fauna	Anfibios y reptiles	Zona I	3 transectos	6 búsquedas por registro visual
				Zona II	2 transectos	10 búsquedas por registro visual
Mamíferos	Zona III		2 transectos	8 búsquedas por registro visual		
	Zona IV (EF)		Ningún transecto	10 búsquedas por registro visual		
Mamíferos	Zona I	2 transectos	3 cámaras trampa			
	Zona II	3 transectos	5 cámaras trampa			
	Zona III	2 transectos	Ninguna cámara			
	Zona IV (EF)	3 transectos	2 cámaras trampa			
c.	Puntos evaluados	Tercera salida				
		Aire	2			
		Ruido	11			
		Suelo	60			



Handwritten notes and signatures in blue ink

RA
4
0



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

Parámetros que incumplieron la normativa en el área de influencia del proyecto minero Sancos de Apumayo S.A.C. durante el 2017 y 2018.

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente o referencial ⁽²⁾
Agua	pH	Época seca: • Quebrada D o Lambre: 3 puntos • Quebrada intermitente 8 o Miskiyacu: 1 punto • Quebrada B o Yahuarcocha: 2 puntos • Quebrada A: 1 punto • Quebrada permanente 1: 1 punto • Quebrada permanente 2: 1 punto • Quebrada permanente 4: 1 punto • Quebrada Torpito: 1 punto • Quebrada Jarhuisique: 1 punto • Quebrada Futja: 1 punto • Quebrada Huishue: 1 punto • Río Para: 2 puntos • Río Sancos: 2 puntos • Manantial: 1 punto	Época seca: • Quebrada D o Lambre: 3 puntos • Quebrada intermitente 8 o Miskiyacu: 1 punto • Quebrada B o Yahuarcocha: 2 puntos • Quebrada A: 1 punto • Quebrada permanente 1: 1 punto • Quebrada permanente 2: 1 punto • Quebrada permanente 4: 1 punto • Quebrada Torpito: 1 punto • Quebrada Jarhuisique: 1 punto • Quebrada Futja: 1 punto • Quebrada Huishue: 1 punto • Río Para: 2 puntos • Río Sancos: 2 puntos • Manantial: 1 punto
		Época húmeda: • Quebrada D o Lambre: 4 puntos • Quebrada intermitente 11 o C: 1 punto • Quebrada B o Yahuarcocha: 3 puntos • Quebrada intermitente 7: 3 puntos • Quebrada permanente 4: 2 puntos • Quebrada Torpito: 1 punto • Quebrada Jarhuisique: 1 punto • Manantiales: 7 puntos	Época húmeda: • Quebrada D o Lambre: 4 puntos • Quebrada intermitente 11 o C: 1 punto • Quebrada B o Yahuarcocha: 3 puntos • Quebrada intermitente 7: 3 puntos • Quebrada permanente 4: 2 puntos • Quebrada Torpito: 1 punto • Quebrada Jarhuisique: 1 punto • Manantiales: 7 puntos
	Oxígeno disuelto	Época seca: • Quebrada intermitente 8 o Miskiyacu: 1 punto • Manantiales: 3 puntos Época húmeda: • Manantiales: 5 puntos	Época seca: • Quebrada intermitente 8 o Miskiyacu: 1 punto • Manantiales: 3 puntos Época húmeda: • Manantiales: 5 puntos
	Sulfuros	Época húmeda: • Manantial: 1 punto	No aplica
	Sulfatos	Época seca: • Quebrada D o Lambre: 3 puntos • Quebrada Torpito: 1 punto • Quebrada Jarhuisique: 1 punto • Quebrada Futja: 1 punto • Río Para: 2 puntos • Río Sancos: 2 puntos • Manantial: 1 punto Época húmeda: • Quebrada D o Lambre: 4 puntos • Quebrada Torpito: 1 punto • Quebrada Jarhuisique: 1 punto • Quebrada Futja: 1 punto • Quebrada Huishue: 1 punto • Río Sancos: 2 puntos • Manantiales: 2 puntos	Ninguno
Aluminio total	Época seca: • Quebrada D o Lambre: 3 puntos • Quebrada B o Yahuarcocha: 2 puntos	Época seca: • Quebrada D o Lambre: 3 puntos • Quebrada B o Yahuarcocha: 2 puntos	



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a vertical list of numbers and initials.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente o referencial ⁽²⁾
Agua		<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Torpito: 1 punto Manantial: 1 punto Época húmeda: Quebrada D o Lambre: 4 puntos Quebrada intermitente 11 o C: 1 punto Quebrada B o Yahuarcocha: 2 puntos Quebrada Torpito: 1 punto Quebrada intermitente 7: 3 puntos Quebrada Jarhuisique: 1 punto Manantiales: 5 puntos 	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Torpito: 1 punto Manantial: 1 punto Época húmeda: Quebrada D o Lambre: 4 puntos Quebrada intermitente 11 o C: 1 punto Quebrada B o Yahuarcocha: 2 puntos Quebrada Torpito: 1 punto Quebrada intermitente 7: 3 puntos Quebrada Jarhuisique: 1 punto Manantiales: 5 puntos
	Arsénico total	<ul style="list-style-type: none"> Época seca: Manantial: 1 punto Época húmeda: Manantiales: 2 puntos 	<ul style="list-style-type: none"> Época seca: Manantial: 1 punto Época húmeda: Manantiales: 2 puntos
	Calcio total	<ul style="list-style-type: none"> Época seca: Quebrada Jarhuisique: 1 punto 	Ninguno
	Cobalto total	<ul style="list-style-type: none"> Época seca: Quebrada D o Lambre: 3 puntos Época húmeda: Quebrada D o Lambre: 4 puntos 	<ul style="list-style-type: none"> Época seca: Quebrada D o Lambre: 3 puntos Época húmeda: Quebrada D o Lambre: 4 puntos
	Cromo hexavalente	<ul style="list-style-type: none"> Época húmeda: Manantiales: 1 punto 	No aplica
	Boro total	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> Época seca: Manantiales: 2 puntos Época húmeda: Manantial: 1 punto
	Hierro total	<ul style="list-style-type: none"> Época seca: Quebrada D o Lambre: 2 puntos Quebrada B o Yahuarcocha: 2 puntos Quebrada permanente 1: 1 punto Quebrada Torpito: 1 punto Manantial: 1 punto Época húmeda: Quebrada D o Lambre: 3 puntos Quebrada B o Yahuarcocha: 1 punto Quebrada intermitente 7: 3 puntos Quebrada Torpito: 1 punto Manantiales: 2 puntos 	<ul style="list-style-type: none"> Época seca: Quebrada D o Lambre: 1 punto Época húmeda: Quebrada D o Lambre: 2 puntos Manantiales: 2 puntos
	Manganeso total	<ul style="list-style-type: none"> Época seca: Quebrada D o Lambre: 3 puntos Quebrada intermitente 8 o Miskiyacu: 1 punto Quebrada B o Yahuarcocha: 2 puntos Quebrada permanente 4: 1 punto Quebrada Jarhuisique: 1 punto Quebrada Torpito: 1 punto Río Sancos: 2 puntos Época húmeda: Quebrada D o Lambre: 4 puntos Quebrada B o Yahuarcocha: 2 puntos Quebrada intermitente 7: 3 puntos Quebrada permanente 4: 2 puntos 	<ul style="list-style-type: none"> Época seca: Quebrada D o Lambre: 3 puntos Quebrada intermitente 8 o Miskiyacu: 1 punto Quebrada B o Yahuarcocha: 2 puntos Quebrada permanente 4: 1 punto Quebrada Jarhuisique: 1 punto Quebrada Torpito: 1 punto Río Sancos: 2 puntos Época húmeda: Quebrada D o Lambre: 4 puntos Quebrada B o Yahuarcocha: 2 puntos Quebrada intermitente 7: 3 puntos Quebrada permanente 4: 2 puntos



Handwritten signature and date: 2014



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA ⁽¹⁾	Norma vigente o referencial ⁽²⁾
		<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Jarhuisique: 2 puntos Quebrada Torpito: 1 punto Río Para: 2 puntos Río Sancos: 2 puntos Manantiales: 4 puntos 	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Jarhuisique: 2 puntos Quebrada Torpito: 1 punto Río Para: 2 puntos Río Sancos: 2 puntos Manantiales: 4 puntos
Aire	PM ₁₀	Ninguno	Ninguno
	PM _{2.5}	Ninguno	Ninguno
	Metales	Ninguno	Ninguno
Ruido	Presión sonora (LAeqT)	Ninguno	Ninguno
Tejido vegetal	Arsénico total	No aplica	5 muestras

⁽¹⁾: Agua: D.S. N.º 002-2008-MINAM. Aire: D.S. N.º 074-2001-PCM (PM₁₀) y D.S. N.º 003-2008-MINAM (PM_{2.5}). Ruido: D.S. N.º 085-2003-PCM (zona residencial)

⁽²⁾: Agua: D.S. N.º 004-2017-MINAM. Aire: D.S. N.º 003-2017-MINAM (PM₁₀ y PM_{2.5}). Ruido: D.S. N.º 085-2003-PCM (Zona residencial e industrial). Tejido vegetal: Real Decreto 465/2003 de la Unión Europea.

2. CONCLUSIÓN


La composición hidroquímica de los cuerpos de agua de las microcuencas Para y Sancos es determinada por el contexto geológico local, debido a la interacción oxígeno-agua-roca en zonas mineralizadas con alteración argílica, con presencia de minerales de óxido de hierro (hematita, limonita) y oxidación de sulfuros de hierro (pirita) que desencadenan la oxidación de minerales sulfurosos que incrementan la concentración de sulfatos, acidificando el agua y liberando metales como aluminio, hierro y manganeso, entre otros; en cambio, en zonas alejadas de mineralización el proceso de interacción del agua de lluvia con los suelos orgánicos e inorgánicos otorgan las condiciones básicas, liberando menores concentraciones de metales a los cuerpos de agua.

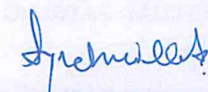
El desarrollo completo del análisis de resultados y conclusiones se encuentra en el informe adjunto al presente documento.

3. RECOMENDACIONES

- Aprobar el informe de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero Sancos de Apumayo S.A.C. durante el 2017 y 2018 en vista que cuenta con el sustento técnico requerido.
- Remitir a la Dirección de Supervisión Ambiental para los fines que se estimen convenientes.

Atentamente:


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


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



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

ZULAY VANESSA GUILLERMO PACCORI
Especialista Ambiental
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

JACQUELINE JANET PECHUGA MELGAR
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

JESSICA ADELA ESPINO CIUDAD
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

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

OMAR MERLÍN JAIMES DE LA O
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

JHONY ÁNGEL RÍOS GARCÍA
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

HUBER SADY TRINIDAD PATRICIO
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

JACKELINE AMANDA DELGADO CORNEJO
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

RICHARD ALVAREZ JARAMILLO
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

ERICKA JUDITH MORGA CASTELLANOS
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

Lima, 29 AGO. 2018

Visto el Informe N.º 271 -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



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	ANTECEDENTES.....	1
3.	OBJETIVOS.....	3
3.1	Objetivo general.....	3
3.2	Objetivos específicos.....	3
4.	ÁREA DE ESTUDIO.....	3
5.	PARTICIPACIÓN CIUDADANA.....	4
6.	METODOLOGÍA.....	5
6.1	Agua.....	5
6.1.1	Guía utilizada para la evaluación.....	5
6.1.2	Ubicación de puntos de muestreo.....	6
6.1.3	Parámetros y métodos de análisis.....	10
6.1.4	Equipos utilizados.....	12
6.1.5	Aseguramiento de la calidad.....	12
6.1.6	Criterios de comparación.....	12
6.2	Aire.....	13
6.2.1	Guía utilizada para la evaluación.....	13
6.2.2	Ubicación de las estaciones.....	13
6.2.3	Parámetros y métodos de análisis.....	14
6.2.4	Equipos utilizados.....	14
6.2.5	Criterios de comparación.....	15
6.2.6	Procesamientos de datos.....	15
6.3	Ruido.....	17
6.3.1	Guía utilizada para la evaluación.....	17
6.3.2	Ubicación de puntos.....	17
6.3.3	Parámetro y método de análisis.....	18
6.3.4	Equipos utilizados.....	18
6.3.5	Criterios de comparación.....	18
6.4	Tejido vegetal.....	18
6.4.1	Guía utilizada para la evaluación.....	18
6.4.2	Ubicación de puntos de muestreo.....	18
6.4.3	Parámetros y métodos de análisis.....	19
6.4.4	Criterios de comparación.....	19
6.5	Caracterización geológica local.....	19
6.5.1	Guía utilizada para la evaluación.....	19
6.5.2	Ubicación de puntos de control.....	20
6.5.3	Equipos utilizados.....	22
6.5.4	Procesamiento de datos.....	22
6.6	Nivel de Fondo en suelo.....	23
6.6.1	Guía utilizada para la evaluación.....	23
6.6.2	Ubicación de puntos de muestreo.....	23
6.6.3	Parámetros y métodos de análisis.....	25
6.6.4	Equipos utilizados.....	26
6.6.5	Aseguramiento de la calidad.....	26
6.6.6	Procesamiento de datos.....	26
6.6.7	Criterio de comparación.....	27
6.7	Caracterización hidroquímica.....	27
6.7.1	Procesamiento de datos.....	27
6.8	Comunidades hidrobiológicas.....	29
6.8.1	Guía utilizada para la evaluación.....	29
6.8.2	Ubicación de puntos de muestreo.....	30
6.8.3	Parámetros y métodos de análisis.....	34
6.8.4	Equipos utilizados.....	35
6.8.5	Procesamiento de datos.....	35



A
Z
hor
A
A
A
A
A
A
A



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

6.9 Flora... 39
6.9.1 Guía utilizada para la evaluación... 39
6.9.2 Ubicación de transectos... 39
6.9.3 Equipos utilizados... 40
6.9.4 Procesamiento de datos... 40
6.10 Fauna... 43
6.10.1 Guía utilizada para la evaluación... 43
6.10.2 Ubicación de transectos y búsqueda por encuentros visuales (VES) para la evaluación de anfibios y reptiles... 43
6.10.3 Ubicación de transectos y cámaras trampa para la evaluación de mamíferos... 44
6.10.4 Equipos utilizados... 46
6.10.5 Procesamiento de datos... 46
7. RESULTADOS... 49
7.1 Resultados de agua, aire y ruido comparados con los estándares aprobados en el IGA49
7.1.1 Agua... 49
7.1.2 Aire... 73
7.1.3 Ruido... 74
7.2 Resultados de agua, aire, ruido y tejido vegetal comparados con los estándares vigentes y/o referenciales... 75
7.2.1 Agua... 75
7.2.2 Aire... 95
7.2.3 Ruido... 97
7.2.4 Tejido vegetal... 98
7.3 Resultados de estudios especializados... 99
7.3.1 Caracterización geológica... 99
7.3.2 Nivel de fondo de metales en suelo... 106
7.3.3 Caracterización hidroquímica... 107
7.3.4 Comunidades hidrobiológicas... 115
7.3.5 Flora... 161
7.3.6 Fauna... 175
8. DISCUSIÓN... 185
9. CONCLUSIONES... 229
10. ANEXOS... 230



Handwritten notes and signatures in the left margin, including a blue arrow pointing up, a 'P', 'H', 'A', and a large 'L'.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1. Actores sociales en el área de influencia del PM Sancos... 4
Tabla 5-2. Participación ciudadana en la ejecución de las etapas de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del PM Sancos... 5
Tabla 6-1. Cuerpos de agua y número de puntos de muestreo evaluados por época en el área de influencia del PM Sancos... 6
Tabla 6-2. Ubicación de puntos de muestreo en la microcuenca Para... 6
Tabla 6-3. Ubicación de puntos de muestreo en la microcuenca Sancos... 8
Tabla 6-4. Parámetros y métodos de análisis en agua... 10
Tabla 6-5. Guías utilizadas para el monitoreo de aire... 13
Tabla 6-6. Ubicación de las estaciones de calidad de aire... 14
Tabla 6-7. Parámetros analizados en aire... 14
Tabla 6-8. Estándares de calidad para metales en aire de acuerdo a los criterios de calidad ambiental de Canadá... 15
Tabla 6-9. Guías utilizadas para el monitoreo de ruido... 17
Tabla 6-10. Ubicación de los puntos de ruido en el área de influencia del PM Sancos... 17
Tabla 6-11. Ubicación de puntos de muestreo de tejido vegetal en el área de influencia del PM Sancos... 19
Tabla 6-12. Parámetro analizado en las muestras de tejido vegetal... 19
Tabla 6-13. Guías utilizadas para la caracterización geológica local... 19



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

Tabla 6-14. Ubicación de puntos de control geológico20

Tabla 6-15. Ubicación de puntos de muestreo de suelo23

Tabla 6-16. Parámetros analizados en el suelo del área de influencia del PM Sancos25

Tabla 6-17. Guías utilizadas para la evaluación de comunidades hidrobiológicas30

Tabla 6-18. Número de puntos de comunidades hidrobiológicas por época en el área de influencia del PM Sancos30

Tabla 6-19. Ubicación de los puntos para muestreo de comunidades hidrobiológicas en la microcuenca Para31

Tabla 6-20. Ubicación de los puntos para muestreo de comunidades hidrobiológicas en la microcuenca Sancos32

Tabla 6-21. Comunidades hidrobiológicas analizadas34

Tabla 6-22. Puntajes de sensibilidad asignadas a las familias de macroinvertebrados bentónicos para la obtención del índice ABI36

Tabla 6-23. Estados de la calidad del cuerpo de agua según el ABI37

Tabla 6-24. Calidad hidromorfológica del cuerpos de agua38

Tabla 6-25. Calidad ecológica del cuerpo de agua38

Tabla 6-26. Guías utilizadas para la evaluación de flora39

Tabla 6-27. Ubicación de transectos para la evaluación de flora39

Tabla 6-28. Guía utilizada para la evaluación anfibios, reptiles y mamíferos43

Tabla 6-29. Ubicación de transectos para la evaluación de anfibios y reptiles43

Tabla 6-30. Ubicación de puntos para la búsqueda por encuentros visuales (VES) de anfibios y reptiles44

Tabla 6-31. Ubicación de transectos para la evaluación de mamíferos45

Tabla 6-32. Ubicación de cámaras trampa para la evaluación de mamíferos45

Tabla 6-33. Puntaje para diferentes tipos de evidencias47

Tabla 7-1. Resumen de parámetros que incumplieron los ECA agua-2008 en la microcuenca Para49

Tabla 7-2. Resumen de parámetros que incumplieron los ECA agua-2008 en la microcuenca Sancos59

Tabla 7-3. Resumen de parámetros que incumplieron los ECA agua-2017 en la microcuenca Para75

Tabla 7-4. Resumen de parámetros que incumplieron los ECA agua-2017 en la microcuenca Sancos84

Tabla 7-5. Resumen de parámetros meteorológicos en el área de influencia del PM Sancos ..95

Tabla 7-6. Datos de las estaciones meteorológicas en el área de influencia del PM Sancos..95

Tabla 7-7. Nivel de fondo de metales en suelo del área de influencia del PM Sancos107

Tabla 7-8. Resumen de las variables correlacionadas en agua108

Tabla 7-9. Diversidad alfa del perifiton (microalgas) en la microcuenca Para125

Tabla 7-10. Diversidad alfa macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca Para126

Tabla 7-11. Familias de macroinvertebrados bentónicos relacionadas con el grado de perturbación en la microcuenca Para130

Tabla 7-12. Calidad ecológica de acuerdo al protocolo CERA –S en la microcuenca Para...133

Tabla 7-13. Análisis de componentes principales (ACP) para las variables consideradas en la microcuenca Para134

Tabla 7-14. Análisis de correspondencia canónica (ACC) en los puntos evaluados en la microcuenca Para134

Tabla 7-15. Diversidad alfa de perifiton (microalgas) en la microcuenca Sancos147

Tabla 7-16. Diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca Sancos..148

Tabla 7-17. Familias de macroinvertebrados bentónicos relacionadas con el grado de perturbación en la microcuenca Sancos155

Tabla 7-18. Calidad ecológica de acuerdo al protocolo CERA – S en la microcuenca Sancos159

Tabla 7-19. Analisis de componentes principales (ACP) para las variables consideradas en la microcuenca Sancos160



Handwritten notes and signatures on the left margin, including the word 'PARA' written vertically.

Handwritten notes and signatures on the right margin.



Tabla 7-20. Análisis de correspondencia canónica (ACC) en los puntos evaluados en la microcuenca Sancos 161

Tabla 7-21. Composición florística en las cuatro zona evaluadas 162

Tabla 7-22. Diversidad alfa en los transectos de las zonas evaluadas en el área de influencia del PM Sancos 170

Tabla 7-23. Estado de conservación de especies amenazadas de flora registradas 174

Tabla 7-24. Especies endémicas de flora registradas en las 4 zonas evaluadas en el área de influencia del PM Sancos 174

Tabla 7-25. Esfuerzo realizado para la evaluación de anfibios y reptiles 176

Tabla 7-26. Parámetros físicos y características del hábitat acuático..... 178

Tabla 7-27. Esfuerzo realizado en los transectos para la evaluación de mamíferos..... 180

Tabla 7-28. Esfuerzo realizado de las cámaras trampa para la evaluación de mamíferos 180

Tabla 7-29. Composición de mamíferos en las 4 zonas evaluadas 181

Tabla 7-30. Valores del índice de ocurrencia e índice de abundancia de mamíferos 181

Tabla 7-31. Coeficiente de similaridad de Jaccard en las zonas evaluadas..... 182

Tabla 7-32. Registros independientes de mamíferos silvestres mediante cámaras trampa .. 184

Tabla 7-33. Estado de conservación de especies de mamíferos registrados..... 185

Tabla 8-1. Concentraciones máximas registradas de aluminio, hierro y manganeso que incumplieron el ECA para agua 2008 y 2017 186

Tabla 8-2. Puntos evaluados por el administrado (2010-2017) y en la EAT (2017-2018)... 187

Tabla 8-3. Resumen de pruebas de conductividad hidráulica del administrado..... 198

Tabla 8-4. Puntos evaluados por el administrado y por el OEFA para la caracterización hidroquímica 199

Tabla 8-5. Rango de concentraciones de sulfatos y metales disueltos en agua, setiembre 2017 (época seca)–marzo 2018 (época húmeda)..... 203

Tabla 8-6. Diagramas de Stiff en los puntos evaluados en el estudio hidrogeológico y por el OEFA..... 209

Tabla 8-7. Riqueza y abundancia de comunidades hidrobiológicas en las quebradas Yahuarcocha e intermitente 7 210

Tabla 8-8. Diagramas de Stiff en los puntos evaluados en el estudio hidrogeológico y por el OEFA 215

Tabla 8-9. Abundancia por número de organismos de *Cyloepus* sp..... 216

Tabla 8-10. Riqueza y abundancia de comunidades hidrobiológicas en las quebradas A, permanente 1, permanente 2 y permanente 3..... 217

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1. Ubicación del proyecto minero Sancos de Apumayo S.A.C. 4

Figura 6-1. Vista del diagrama de a. Stiff, b. Piper y c. Ficklin 29

Figura 7-1. Calidad del agua de la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) comparados con los ECA agua-2008 51

Figura 7-2. Calidad del agua de la microcuenca Para en marzo 2018 (época húmeda) comparados con los ECA agua-2008 52

Figura 7-3. Potencial de hidrógeno en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) 54

Figura 7-4. Oxígeno disuelto en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) 54

Figura 7-5. Sulfuros en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) 55

Figura 7-6. Sulfatos en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) 55



Handwritten notes and initials on the left margin: 'A', 'B', 'RA', 'M', 'O'.



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

Figura 7-7. Aluminio en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)56

Figura 7-8. Arsénico en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)56

Figura 7-9. Cobalto en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)57

Figura 7-10. Hierro en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)57

Figura 7-11. Manganeso en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)58

Figura 7-12. Calidad del agua de la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) comparados con los ECA agua-200861

Figura 7-13. Calidad del agua de la microcuenca Sancos en marzo 2018 (época húmeda) comparados con los ECA agua-200862

Figura 7-14. Potencial de hidrógeno en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)64

Figura 7-15. Potencial de hidrógeno en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)64

Figura 7-16. Oxígeno disuelto en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)65

Figura 7-17. Oxígeno disuelto en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)65

Figura 7-18. Sulfatos en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)66

Figura 7-19. Sulfatos en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)66

Figura 7-20. Aluminio en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)67

Figura 7-21. Aluminio en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)67

Figura 7-22. Arsénico en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)68

Figura 7-23. Arsénico en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)68

Figura 7-24. Hierro en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)69

Figura 7-25. Hierro en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)69

Figura 7-26. Manganeso en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)70

Figura 7-27. Manganeso en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)70

Figura 7-28. Calcio en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)71

Figura 7-29. Calcio en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)71

Figura 7-30. Cromo hexavalente en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)72

Figura 7-31. Esquema de la ubicación de las estaciones de calidad de aire73

Figura 7-32. a. Material particulado PM₁₀ y b. PM_{2,5} en el área de influencia del PM Sancos comparados con los ECA aire 2001 y 200873

Figura 7-33. Esquema de la ubicación de los puntos de ruido74

Figura 7-34. Nivel de presión sonora en L_{Aeq} en el área de influencia del PM Sancos comparados con el ECA ruido 200374

Figura 7-35. Calidad del agua de la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) comparados con los ECA agua-201777



ht

JK

l

RE

A

pa

4

0

Handwritten notes and signatures on the right margin



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

Figura 7-36. Calidad del agua de la microcuenca Para en marzo 2018 (época húmeda) comparados con los ECA agua-201778

Figura 7-37. Potencial de hidrógeno en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)80

Figura 7-38. Oxígeno disuelto en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)80

Figura 7-39. Aluminio en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)81

Figura 7-40. Arsénico en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)81

Figura 7-41. Boro en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)82

Figura 7-42. Cobalto en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)82

Figura 7-43. Hierro en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)83

Figura 7-44. Manganeseo en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)83

Figura 7-45. Calidad del agua de la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) comparados con los ECA agua-201786

Figura 7-46. Calidad del agua de la microcuenca Sancos en marzo 2018 (época húmeda) comparados con los ECA agua-201787

Figura 7-47. Potencial de hidrógeno en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)89

Figura 7-48. Potencial de hidrógeno en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)89

Figura 7-49. Oxígeno disuelto en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)90

Figura 7-50. Oxígeno disuelto en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)90

Figura 7-51. Aluminio en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)91

Figura 7-52. Aluminio en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)91

Figura 7-53. Arsénico en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)92

Figura 7-54. Arsénico en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)92

Figura 7-55. Hierro en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)93

Figura 7-56. Hierro en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)93

Figura 7-57. Manganeseo en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)94

Figura 7-58. Manganeseo en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)94

Figura 7-59. Rosa de vientos de las estaciones de calidad de aire a. AI-01 (suroeste), b. AI-02 (este) y c. AI-03 (sector Lambrepampa) del 22 al 27 de mayo de 201896

Figura 7-60. a. Material particulado PM₁₀ y b. PM_{2,5} en el área de influencia del PM Sancos comparados con los ECA aire 201797

Figura 7-61. Nivel de presión sonora en L_{Aeq} en el área de influencia del PM Sancos comparados con el ECA ruido 200397

Figura 7-62. Esquema de la ubicación de puntos para la toma de muestra de tejido vegetal98

Figura 7-63. Metales en muestras de tejido vegetal del área de influencia del PM Sancos comparados con los valores del Real Decreto 465/2003 de la UE99

Figura 7-64. Litoestatigrafía local del PM Sancos100

Figura 7-65. Vista de a. Tobas andesíticas y b. Brechas freatomagmáticas101



1

tot

A

l

BE

A

RA

M

O

)



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

Figura 7-66. Vista de afloramiento de andesita101
Figura 7-67. Vista de a. Afloramiento de rocas volcanoclásticas andesíticas mostrando su estratificación preferente y b. muestra macroscópica102
Figura 7-68. Vista fotográfica de los tres eventos de sedimentación en la quebrada intermitente 7103
Figura 7-69. Sección geológica A-A del Tajo 01, Tajo 02 y Botadero proyectados en el área de influencia del PM Sancos103
Figura 7-70. Sección geológica B-B del Pad de lixiviación proyectado en el área de influencia del PM Sancos104
Figura 7-71. Vista de los rasgos estructurales (fallas) del área de influencia del PM Sancos105
Figura 7-72. Vista de familias de diaclasas105
Figura 7-73. Esquema de ubicación de los puntos de muestreo de suelo para determinar el nivel de fondo106
Figura 7-74. Distribución de los diagramas de Stiff en los puntos de agua evaluados en el área de influencia del PM Sancos en setiembre 2017 (época seca)111
Figura 7-75. Distribución de los diagramas de Stiff de los puntos evaluados de agua en el área de influencia del PM Sancos en marzo 2018 (época húmeda).....112
Figura 7-76. Distribución en el diagrama de Piper de los puntos evaluados de agua en el área de influencia del PM Sancos en a. setiembre 2017 (época seca) y b. marzo 2018 (época húmeda).....113
Figura 7-77. Clasificación hidroquímica según el diagrama de Ficklin en los puntos evaluados de agua en el área de influencia del PM Sancos en a. setiembre 2017 (época seca) y b. marzo 2018 (época húmeda).....114
Figura 7-78. Composición de perifiton (microalgas) por phylum en los puntos evaluados en la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda).....115
Figura 7-79. Composición de macroinvertebrados bentónicos por orden en los puntos evaluados en la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda).....116
Figura 7-80. Composición de perifiton (microalgas) por phylum en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca Para.....117
Figura 7-81. Composición de perifiton (microalgas) por phylum en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca Para118
Figura 7-82. Composición de macroinvertebrados bentónicos por orden en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca Para.....119
Figura 7-83. Composición de macroinvertebrados bentónicos por orden en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca Para120
Figura 7-84. Riqueza de perifiton (microalgas) por taxones en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)121
Figura 7-85. Riqueza de perifiton (microalgas) por phylum en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)121
Figura 7-86. Riqueza de macroinvertebrados bentónicos por taxones en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)122
Figura 7-87. Riqueza de macroinvertebrados bentónicos por orden en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)122
Figura 7-88. Abundancia de perifiton (microalgas) por número de organismos en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda).....123
Figura 7-89. Abundancia de perifiton (microalgas) por phylum en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)123
Figura 7-90. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos por número de organismos en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda).....124
Figura 7-91. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos por orden en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)124
Figura 7-92. Dendograma de similitud de Bray Curtis del perifiton (microalgas) en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda).....126



Handwritten initials and arrows

Handwritten initials

Handwritten initials

Handwritten initials

Handwritten initials

Handwritten initials

Handwritten initials



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

Figura 7-93. Dendograma de similitud de Bray Curtis de macroinvertebrados bentónicos en los puntos evaluados en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) 127

Figura 7-94. Calidad biológica en los cuerpos de agua evaluados en setiembre 2017 (época seca) de la microcuenca Para..... 128

Figura 7-95. Calidad biológica en los cuerpos de agua evaluados en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca Para 129

Figura 7-96. Número de familias sensibles, facultativas y tolerantes en los puntos evaluados en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca de Para 131

Figura 7-97. Número de familias sensibles, facultativas y tolerantes en los puntos evaluados en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca de Para..... 132

Figura 7-98. Riqueza de perifiton (microalgas) por phylum en los cuerpos de agua evaluados de la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) 135

Figura 7-99. Composición de macroinvertebrados bentónicos por orden en los cuerpos de agua evaluados de la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) 136

Figura 7-100. Composición de perifiton (microalgas) por phylum en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca Sancos 137

Figura 7-101. Composición de perifiton (microalgas) por phylum en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca Sancos..... 138

Figura 7-102. Composición de macroinvertebrados bentónicos por orden en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca Sancos 139

Figura 7-103. Composición de macroinvertebrados bentónicos por orden en marzo 2018 (época húmeda) la microcuenca Sancos..... 140

Figura 7-104. Riqueza de perifiton (microalgas) por taxón en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda) 142

Figura 7-105. Riqueza de perifiton (microalgas) por phylum en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda) 142

Figura 7-106. Riqueza de macroinvertebrados bentónicos por taxones en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda)..... 143

Figura 7-107. Riqueza de macroinvertebrados bentónicos por orden en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda)..... 143

Figura 7-108. Abundancia de perifiton (microalgas) por número de organismos en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda) 145

Figura 7-109. Abundancia de perifiton (microalgas) por phylum en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda)..... 145

Figura 7-110. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos por número de organismos en los puntos evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda) 146

Figura 7-111. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos por orden en los puntos evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda)..... 146

Figura 7-112. Dendograma de similitud de Bray Curtis de perifiton (microalgas) en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) 150

Figura 7-113. Dendograma de similitud de Bray Curtis de macroinvertebrados bentónicos en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) 151

Figura 7-114. Calidad biológica en los cuerpos de agua evaluados en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca Sancos 153

Figura 7-115. Calidad biológica en los cuerpos de agua evaluados en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca Sancos..... 154



7

14

A

l

20

20

20

20

20



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



Handwritten initials 'tt' and 'x'

Handwritten initials 'A', 'RA', and '4'

Figura 7-116. Número de familias sensibles, facultativas y tolerantes en los puntos evaluados en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca de Sancos... 157
Figura 7-117. Número de familias sensibles, facultativas y tolerantes en los puntos evaluados en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca de Sancos... 158
Figura 7-118. Esquema de las 4 zonas para la evaluación de flora en el área de influencia del PM Sancos... 162
Figura 7-119. a, b. Número y porcentaje de familias más diversas, c. Géneros con mayor número de especies, d. Porcentaje de especies por clase y e. Formas de crecimiento en las 4 zonas evaluadas en el área de influencia del PM Sancos... 163
Figura 7-120. Composición florística por formación vegetal en el área de influencia del PM Sancos... 164
Figura 7-121. Resultados de composición florística en la a. Zona I, b. Zona II, c. Zona III y d. Zona IV (EF)... 166
Figura 7-122. a. Abundancia relativa y b. Porcentaje promedio de cobertura vegetal en las cuatro zonas evaluadas... 166
Figura 7-123. Resultados de abundancia relativa en la formación vegetal a. Bosque de Polilepys, b. Matorral, c. Pajonal mixto y d. Roquedal... 168
Figura 7-124. Resultados de abundancia relativa en la a. Zona I, b. Zona II, c. Zona III y d. Zona IV (EF)... 170
Figura 7-125. Diversidad alfa en cada formación vegetal en el área de influencia del PM Sancos... 171
Figura 7-126. Diversidad alfa en cada zona evaluada en el área de influencia del PM Sancos... 171
Figura 7-127. a. Índice de Morisita en las zonas evaluadas y b. Índice de Morisita en las formaciones vegetales en el área de influencia del PM Sancos... 172
Figura 7-128. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS)... 173
Figura 7-129. Curva de acumulación de especies de flora... 173
Figura 7-130. Esquema de las 4 zonas para la evaluación de anfibios y reptiles en el área de influencia del PM Sancos... 175
Figura 7-131. Vista y clasificación de Telmatobius cf. intermedius... 176
Figura 7-132. Riqueza de especies y unidades de muestreo por zona de evaluación... 177
Figura 7-133. Abundancia de especies y unidades de muestreo por zona de evaluación... 177
Figura 7-134. Análisis de similaridad euclidiana, los asterisco indican la presencia de la especie Telmatobius cf. intermedius en el transecto... 178
Figura 7-135. Comparación de los valores de las características físicas y ambientales respecto a la presencia de anfibios en los transectos de hábitats acuáticos... 179
Figura 7-136. Esquemas de las 4 zonas para la evaluación de mamíferos en el área de influencia del PM Sancos... 180
Figura 7-137. Coeficiente de similaridad de Jaccard en las cuatro zonas evaluadas... 183
Figura 7-138. Curva de acumulación de especies de mamíferos... 183
Figura 7-139. Frecuencia de captura de mamíferos mediante cámaras trampa en el área de influencia del PM Sancos... 184
Figura 7-140. Diversidad de especies de mamíferos en las 4 zonas evaluadas en el área de influencia del PM Sancos... 185
Figura 8-1. Concentraciones en mg/L de aluminio, hierro y manganeso total en los puntos de agua evaluados en a. setiembre 2017 (época seca) y b. marzo 2018 (época húmeda)... 186
Figura 8-2. Puntos evaluados por el administrado (2010-2017) y en la EAT (2017-2018).. 188
Figura 8-3. Registro histórico y comparación de a. pH, b. conductividad, c. sulfatos, d. aluminio total y e. hierro total en los puntos ubicados en la microcuenca Para... 189
Figura 8-4. Registro histórico y comparación de a. manganeso total, b. zinc total, c. cobre total y d. cobalto total en los puntos ubicados en la microcuenca Para... 190
Figura 8-5. Registro histórico y comparación de a. pH, b. conductividad, c. sulfatos, d. aluminio total y e. hierro total en los puntos ubicados en la microcuenca Sancos... 191
Figura 8-6. Registro histórico y comparación de a. manganeso total, b. zinc total, c. cobre total y d. cobalto total en los puntos ubicados en la microcuenca Sancos... 192
Figura 8-7. Mapa de rango de pH registrado en la línea base y en la EAT (época seca)... 194



Figura 8-8. Mapa de rangos de conductividad eléctrica registrada en la línea base y en la EAT (época seca)..... 195

Figura 8-9. Mapa de rango de pH registrado en la línea base y en la EAT (época húmeda)..... 196

Figura 8-10. Mapa de rangos de conductividad eléctrica registrada en la línea base y en la EAT (época húmeda) 197

Figura 8-11. Sondajes realizados por el administrado para realizar pruebas de conductividad hidráulica 198

Figura 8-12. Facies hidroquímicas de los cuerpos de agua presentes en el área de influencia del PM Sancos (época seca) 200

Figura 8-13. Facies hidroquímicas de los cuerpos de agua presentes en el área de influencia del PM Sancos (época húmeda)..... 201

Figura 8-14. Contexto geológico y caracterización hidroquímica en el área de influencia del PM Sancos 202

Figura 8-15. Concentraciones en mg/L de sulfatos y aluminio y hierro disuelto en los puntos evaluados en a. setiembre 2017 (época seca) y b. marzo 2018 (época húmeda) 203

Figura 8-16. Concentraciones en mg/L de manganeso, zinc, cobre, níquel y cobalto disuelto en los puntos evaluados en a. setiembre 2017 (época seca) y b. marzo 2018 (época húmeda)..... 204

Figura 8-17. Vista satelital de las plataformas de perforación ejeuctadas del PM Sancos . 205

Figura 8-18. Vista panorámica de los derrumbes y deslizamientos provocados por la precipitación en los taludes de acceso hacia las plataformas 206

Figura 8-19. Precipitación registrada en el estudio hidrogeológico del EIA 207

Figura 8-20. Vista del área donde se emplazarán el botadero y los tajos a. Afloramiento rocoso con alteración argílica y b. Presencia de óxidos de hierro 207

Figura 8-21. Vista de fallas estructurales en el área donde se emplazará el botadero y los tajos 208

Figura 8-22. Composición de perifiton (microalgas) y macrorinvertebrados bentónicos en la quebradas intermitente 7 y Yahuarcocha aguas abajo del área donde se emplazará el botadero en a. setiembre 2017 (época seca) y b. marzo 2018 (época húmeda)..... 211

Figura 8-23. Vista de especies endémicas y amenazadas en la parte baja del área donde se emplazará el botadero y los tajos del PM Sancos a. *Corryocactus brevistylus* y b. *Myrcianthes quinqueloba*. 212

Figura 8-24. Vista de mamíferos registrados en la parte baja del área donde se emplazará el botadero y los tajos a. *Lycalopex culpaeus* (zorro) y b. *Hippocamelus antisensis* (taruca). 213

Figura 8-25. Evidencias cualitativas de mamíferos registrados en la parte baja del área donde se emplazará el botadero y los tajos a. *Mustela frenata* (comadreja), b. *Conepatus chinga* (zorrino) y c. *Lagidium peruanum* (vizcacha) 213

Figura 8-26. Vista de a. Topografía plana en el área donde se emplazará el PAD de lixiviación y b. Presencia de óxidos de hierro en fracturas y matriz de rocas volcánicas 214

Figura 8-27. Vista de a. erosión de suelos compuesto por arcillas b. carcavamiento en el área donde se emplazará el PAD de lixiviación..... 214

Figura 8-28. Vista de fallas estructurales en el área donde se emplazará el PAD de lixiviación del PM Sancos 215

Figura 8-29. Composición de perifiton (microalgas) y macrorinvertebrados bentónicos en la quebradas A, permanente 1, permanente 2 y permanente 3 en el área donde se emplazará el PAD de lixiviación en a. setiembre 2017 (época seca) y b. marzo 2018 (época húmeda) 218

Figura 8-30. a. y c. Vista frontal y ventral *Telmatobius* cf. *Intermedius* (adulto), b. Vista lateral de *Telmatobius* cf. *Intermedius* (renacuajo) y d. Vista de la quebrada A aguas abajo del área donde se emplazará el PAD de lixiviación 219

Figura 8-31. Vistas de *Polylepis* (queñua) en el área donde se emplazará el PAD de lixiviación a. Bosque, b. Árbol y c. Floración..... 220

Figura 8-32. *Senecio chachaniensis*, especie endémica y amenazada en el bosque de *Polylepis* 220



7

est

✶

l

se

A

20A

4

0



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

Figura 8-33. Vista de mamíferos registrados en el área donde se emplazará el PAD de lixiviación a. *Hippocamelus antisensis* (taruca), b. *Lagidium peruanum* (vizcacha) y c. *Leopardus colocolo* (gato de pajonal)..... 221

Figura 8-34. Evidencias cualitativas de mamíferos registrados en el área donde se emplazará el PAD de lixiviación a. Huella de *Puma concolor* (puma), b. Observación directa de *Vicugna vicugna* (vicuña), c. Excavación de *Conepatus chinga* (zorrino) y d. Madriguera de *Mustella frenata* (comadreja) y e. Heces de *Mustella frenata* (comadreja)..... 221

Figura 8-35. Simulación de movimiento de posible contaminante en dirección N-S 223

Figura 8-36. Nivel de fondo para metales en tres tipos de suelo, Sancos, Pacchiri y Yahuarcocha 223

Figura 8-37. Estaciones de calidad de aire evaluados en la línea base y en la EAT (mayo, 2018)..... 224

Figura 8-38. Rosa de vientos en el área de influencia del PM Sancos..... 225

Figura 8-39. Concentración de metales en PM₁₀ en las 2 estaciones de calidad de aire a. arsénico, b. plomo, c. estroncio, d. titanio, e. vanadio, f. zinc, g. aluminio, h. calcio e i. silicio 226

Figura 8-40. Registro histórico y comparación de la concentración de material particulado PM₁₀ a. estación AI-01/EA-02 y b. estación AI-02/EA-01 227

Figura 8-41. Puntos de ruido evaluados en la línea base y en la EAT (mayo, 2018) 227

Figura 8-42. Registro histórico y comparación de niveles de presión sonora a. punto RU-01/R-1, b. punto RU-05/R-2 y c. punto RU-04/R-3 228



to
A
A
re
A
na
y
o



1. INTRODUCCIÓN

El proyecto minero Sancos de Apumayo S.A.C. (en adelante PM Sancos) ocupa las microcuencas de Sancos y Para de la cuenca Yauca¹ en los distritos Chaviña y Sancos, provincia Lucanas en el departamento Ayacucho.

La etapa de exploración en las concesiones Nancy I y Nancy II inició en el 2011 y finalizó el 21 de setiembre de 2016², actualmente se encuentra sin actividad porque el Estudio de Impacto Ambiental Detallado del PM Ancos³ está en evaluación por el Servicio Nacional de Certificación Ambiental (SENACE) para iniciar la etapa de operación.

En diciembre de 2016, el Ministerio del Ambiente (MINAM) derivó al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) una carta donde la población de Sancos solicita estudios por presunta contaminación generada por Apumayo S.A.C.⁴ durante la etapa de exploración.

En febrero de 2017, el OEFA inició actividades de evaluación ambiental en el área de influencia del PM Sancos que involucró la participación ciudadana con la finalidad de prevenir conflictos y generar confianza en cada uno de los actores sociales.

En el 2018, el OEFA culminó las actividades de evaluación en cumplimiento del Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2018 (en adelante, Planefa 2018), aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N.º 037-2017-OEFA/CD y publicado el 30 de diciembre de 2017 en el diario oficial El Peruano.

Finalmente, este informe constituirá un soporte técnico para la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minería con la finalidad de realizar una oportuna supervisión y fiscalización ambiental posterior.

2. ANTECEDENTES

El 28 de mayo de 2010, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) mediante Constancia de Aprobación Automática N.º 030-2010-MEM-AAM aprobó la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto de exploración Sancos a favor de Santa Bárbara Resources S.A.C.

El 28 de setiembre de 2011, el MINEM mediante Resolución Directoral N.º 304-2011-MEM-AAM aprobó el Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (en adelante, EIASd) del proyecto de Exploración Minera Sancos-Categoría II a desarrollarse en la concesiones mineras Nancy I y Nancy II a favor de Santa Bárbara Resources S.A.C.

Los resultados de los componentes evaluados en este estudio se detallan a continuación:

1 Codificación establecida en la Resolución Ministerial N.º 033-2008-AG que aprueba metodología de codificación de unidades geográficas de Pfastetter, memoria descriptiva y el plano de Delimitación y Codificación de las unidades hidrográficas del Perú.

2 Resolución Directoral N.º 492-2015-MEM-DGAAM que aprueba el Informe Técnico Sustentatorio para la Ampliación del cronograma de actividades y ejecución de plataformas de perforación, en relación al Estudio de Impacto Ambiental Semi-detallado, Categoría II del proyecto de exploración minera «Sancos» presentado por Apumayo S.A.C.

3 El proyecto minero «Sancos» es denominado «Ancos» para el inicio de la etapa de operación, según el Estudio de Impacto Ambiental Detallado presentado al SENACE.

4 Oficio N.º 1471-2016-MINAM/SG con fecha de ingreso 23/12/2016.



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin, including the number '2' and various initials.



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

En agua superficial se evaluaron parámetros como sulfatos, sulfuros, oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica y metales totales en 3 puntos (AS-1, AS-2 y AS-3), los valores registrados no incumplieron los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para agua, (en adelante, ECA para agua) en las subcategorías Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto y bebida de animales, aprobado mediante D.S. N.º 002-2008-MINAM.

En aire se evaluaron parámetros como partículas en suspensión (PM₁₀), partículas totales en suspensión (PTS), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂), ácido sulfhídrico (H₂S), dióxido de carbono (CO₂) y monóxido de carbono (CO) en 3 puntos (EA-01, EA-02 y EA-03), los valores registrados no incumplieron los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para aire, aprobado mediante D.S. N.º 074-2001-PCM y D.S. N.º 003-2008-PCM, (en adelante, ECA para aire).

En ruido se evaluó el nivel de presión sonora continuo (LAeqT) en 3 puntos (R-1, R-2 y R-3), los valores registrados no incumplieron los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para ruido, aprobado mediante D.S. N.º 085-2003-PCM, (en adelante, ECA para ruido).

En flora se evaluó las especies registradas en 5 sectores (PB-01, PB-02, PB-03, PB-04 y PB-05) de manera cualitativa y cuantitativa, la cual estuvo conformada por 11 familias (20 especies), las familias con mayor representatividad y presencia permanente fueron 3: Asteraceae (5 especies), Cactaceae (5 especies) y Poaceae (2 especies), la primera presentó mayor distribución en las diversas formaciones vegetales, la segunda presentó mayor distribución en zonas de menor pendiente y/o al albergue de rocas y arbustos dispersos en grupos pequeños y la tercera presentó una distribución en zonas degradadas y abrigadas por el viento y zonas con pendiente variable de manera incipiente.

Es importante indicar que las especies *Oreocereus hendriksenianus* (Cactaceae) y *Buddleja coriácea* (Scrophulareaceae) fueron categorizadas como vulnerable (VU) y en peligro crítico (CR) respectivamente, según el D.S. N.º 043-2006-AG.

La mastofauna estuvo conformada por 4 familias (cinco especies), la familia con mayor representatividad fue Camelidae (2 especies) de hábitos crepusculares y distribución baja. Las familias Canidae, Chinchillidae y Felidae (una especie cada una) registraron presencia influenciada por la estación lluviosa.

Es importante indicar que la especie *Lama guanicoe* (Camelidae) fue categorizada en peligro (EN) y las especies *Vicugna vicugna* (Camelidae) y *Puma concolor* (Felidae) fueron categorizados como casi amenazado (NT) según el D.S. N.º 034-2004-AG.

En comunidades hidrobiológicas, se evaluó macroinvertebrados bentónicos en 3 puntos (AS-1, AS-2 y AS-3), se registró 2 órdenes: Diptera (familias Ceratopogonidae, Chironomidae, Empididae y Dolichopodida) y Coleoptera (familias Hidraneydae y Elmidae).

El 17 de setiembre de 2015, mediante escrito N.º 2536415, Apumayo S.A.C. solicita el cambio de titularidad del PM Sancos, es así que, el 23 de octubre del mismo año, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, mediante Informe N.º 876-2015-MEM-DGAAM/DNAMDGAM/SIAM actualiza la titularidad del EIA_{sd} a nombre de Apumayo S.A.C.

El 28 de octubre de 2015 mediante escrito N.º 2547510, Apumayo S.A.C. presentó el Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la Ampliación del cronograma de actividades y ejecución de plataformas de perforación, este fue aprobado el 21 de diciembre de 2015 mediante Resolución Directoral N.º 492-2015-MEM/DGAAM.



Handwritten notes and initials in blue ink on the left margin, including a vertical list of initials: Z, A, A, P, P, D, M, U.



Este ITS contemplaba ejecutar 78 plataformas de perforación adicionales a las 35 que se ejecutaron de las 300 programadas según lo aprobado en la Resolución Directoral N.º 304-2011-MEM-AAM.

Estas actividades de exploración culminaron en setiembre de 2016 según lo establecido en el cronograma aprobado mediante Resolución Directoral N.º 492-2015-MEM-DGAAM.

En diciembre de 2016, el OEFA recepcionó una carta con hoja de registro N.º 084717-2016, en la cual, el Frente de los Intereses del Distrito de Sancos (FREDIDSA) solicitó estudios ambientales por presunta contaminación generada por Apumayo S.A.C. durante la etapa de exploración.

Durante el 2017 y 2018, el OEFA realizó actividades de evaluación ambiental en el área de influencia del PM Sancos para prevenir conflictos y generar confianza en cada uno de los actores sociales, en cumplimiento del Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2017 y 2018.

En marzo de 2018, Apumayo S.A.C. presentó al SENACE el «Estudio de Impacto Ambiental Detallado del proyecto minero Ancos», el cual se encuentra en evaluación, con la finalidad de iniciar la etapa de operación.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto minero Sancos de Apumayo S.A.C. durante setiembre de 2017 y mayo de 2018.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la calidad de agua en las quebradas, ríos y manantiales de las microcuencas Para y Sancos.
- Evaluar la calidad del aire en el centro poblado Sancos y el Anexo Pueblo Nuevo.
- Evaluar la calidad de ruido en el área de influencia del PM Sancos.
- Caracterizar la geología local en el área de los componentes mineros proyectados.
- Determinar los valores de nivel de fondo en los suelos Sancos, Yahuarcocha y Pacchiri.
- Evaluar la composición, riqueza, abundancia y diversidad de las comunidades hidrobiológicas en las quebradas y ríos de las microcuencas Para y Sancos.
- Evaluar la flora y fauna silvestre en cuatro zonas distribuidas en el área de influencia del PM Sancos.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprendió las áreas de influencia ambiental directa e indirecta del PM Sancos⁵ que ocupa hidrográficamente la microcuencas Sancos y Para de la cuenca Yauca y políticamente ocupa los distritos Chaviña y Sancos, provincia Lucanas, departamento Ayacucho. Figura 4-1.

En la microcuenca Sancos se encuentran 3 componentes mineros proyectados (1 PAD de lixiviación, 1 botadero de desmonte y 2 tajos) y 13 cuerpos de agua (quebrada B o Yahuarcocha, quebrada intermitente 7, quebrada A, quebrada permanente 1,2,3,

⁵

Estas áreas corresponden a las declaradas por Apumayo S.A.C. en el Estudio de Impacto Ambiental Detallado del proyecto minero Ancos que se encuentra en evaluación por el SENACE.



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

4 y 5, quebrada Torpito, quebrada Jarhuisique, quebrada Futja, quebrada Huishue y el río Sancos) .

En la microcuenca Para se encuentran 4 cuerpos de agua (quebrada D o Lumbre, quebrada Larapage, quebrada intermitente 11 o C y el río Para) pero ningún componente minero proyectado.

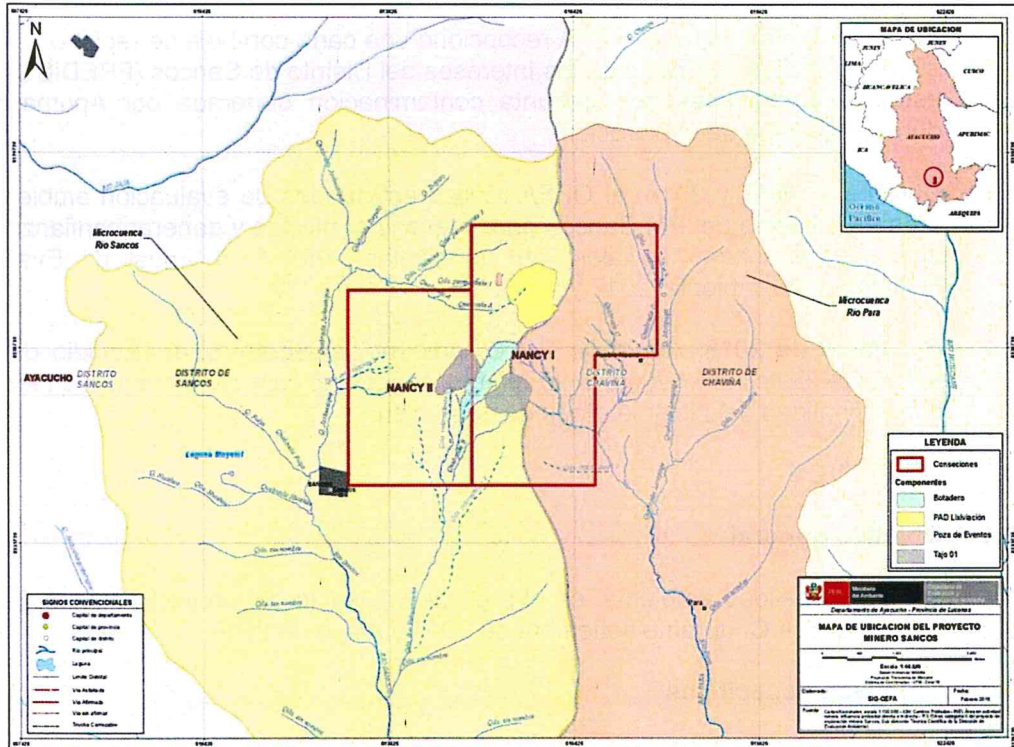


Figura 4- 1. Ubicación del proyecto minero Sancos de Apumayo S.A.C.

5. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

En el marco del Reglamento de Participación Ciudadana aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N.º 032-2014-OEFA/CD y su modificatoria mediante Resolución de Consejo Directivo N.º 003-2016-OEFA/CD se realizó las actividades que involucraron a los actores que se encuentran en el área de influencia social del PM Sancos (Tabla 5-1), estas actividades iniciaron en febrero de 2017 y finalizará con la presentación de resultados de este informe. Tabla 5-2.

Tabla 5- 1. Actores sociales en el área de influencia del PM Sancos

Actores	Distrito	Provincia	Departamento
Municipalidad distrital de Sancos	Sancos	Lucanas	Ayacucho
Comunidad campesina de Sancos	Sancos	Lucanas	Ayacucho
Municipalidad distrital de Chaviña	Chaviña	Lucanas	Ayacucho
Comunidad campesina de Para	Chaviña	Lucanas	Ayacucho
Apumayo S.A.C.	Sancos y Chaviña	Lucanas	Ayacucho



Handwritten notes in blue ink: 2, to, A, H, S, D, PA, H, G

**Tabla 5- 2. Participación ciudadana en la ejecución de las etapas de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del PM Sancos**

Etapa	Fecha	Participantes hombres	Participantes mujeres	Total
Etapa preliminar de Visita de reconocimiento ^(A)	Del 13/02/17 al 19/02/17	0	0	0
Etapa 1 Coordinación previa con los actores involucrados	Del 8/03/17 al 14/03/17	3	2	5
Etapa 2 Convocatoria ^(B)		-	-	-
Etapa 3 Inscripción en los programas de inducción		7	3	10
Etapa 4 Realización de la inducción	Del 6/04/17 al 11/04/17 en Sancos	87	49	136
	4/07/17 en Para	-	-	-
Etapa 5 Taller para la presentación de la propuesta del plan	19/09/17 y 20/09/17	16	13	29
Etapa 6 Ejecución del monitoreo	Del 20/09/17 al 26/09/17	4	-	4
	Del 10/03/18 al 27/03/18	2	0	2
	Del 19/03/18 al 31/03/18	3	1	4
	Del 18/05/18 al 31/05/18	2	1	3
Etapa 7 Taller para la presentación de resultados	*	*	*	*

* Actividad pendiente hasta la emisión de este informe

- No se registró lista de asistentes

(A) Si bien esta etapa no está considerada en el reglamento, se realizó para el reconocimiento técnico del área de estudio.

(B) La convocatoria se realizó mediante la radio Parinacochas.

(C) En esta etapa no se registró asistencia de los participantes.

6. METODOLOGÍA

A continuación, se detalla las metodologías de muestreo y análisis utilizadas para los componentes agua, aire, ruido y tejido vegetal, además, se presenta la metodología utilizada para determinar el nivel de fondo en suelo, la caracterización hidroquímica, evaluación de comunidades hidrobiológicas, flora y fauna silvestre en el área de influencia del proyecto minero Sancos.

6.1 Agua

Se presenta la guía utilizada, la ubicación de los puntos de muestreo, los parámetros y métodos de análisis, los equipos utilizados, el aseguramiento de la calidad y los criterios de comparación de los resultados de los muestreos de agua realizados en setiembre de 2017 (época seca) y marzo de 2018 (época húmeda).

6.1.1 Guía utilizada para la evaluación

La toma de muestras de agua de ríos, quebradas y manantiales se realizó considerando los ítems 6.14 (medición de parámetros de campo), 6.15 (procedimiento para la toma de muestras), 6.16 (preservación, llenado de la cadena de custodia, almacenamiento, conservación, transporte de muestras) y 6.17 (aseguramiento de la calidad) del capítulo 6 del «Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales», aprobado el 11 de enero de 2016, mediante la Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA.

**6.1.2 Ubicación de puntos de muestreo**

En época seca se muestreó un total de 24 puntos y en época húmeda un total de 49 puntos, los cuerpos de agua y el número de puntos por época se detalla en la Tabla 6-1. La ubicación de los puntos en cada microcuenca se presentan en la Tabla 6-2 y Tabla 6-3.

Tabla 6- 1. Cuerpos de agua y número de puntos de muestreo evaluados por época en el área de influencia del PM Sancos

Microcuenca	Cuerpo de agua	Número de puntos	
		Época seca	Época húmeda
Para	Quebrada Lambre ⁽⁴⁾ o D ⁽¹⁾	3	4
	Quebrada intermitente 11 ⁽²⁾ o C ⁽¹⁾	0	1
	Quebrada Larapage	2	2
	Río Para	2	2
	Manantiales 10,7,4,14,1,2 y 3 ⁽²⁾	3	7
	Subtotal	10	16
Sancos	Quebrada intermitente 8 ⁽²⁾ o Miskiyacu ⁽³⁾	1	1
	Quebrada B ⁽¹⁾ o Yahuarcocha ⁽³⁾	2	3
	Quebrada intermitente 7 ⁽²⁾	0	3
	Quebrada A ⁽¹⁾	1	3
	Quebrada permanente 1 ⁽²⁾	1	2
	Quebrada permanente 2 ⁽²⁾	1	2
	Quebrada permanente 3 ⁽²⁾	0	2
	Quebrada permanente 4 ⁽²⁾	1	2
	Quebrada permanente 5 ⁽²⁾	0	1
	Quebrada Torpito	1	1
	Quebrada Jarhuisique	1*	2
	Quebrada Futja	1	1
	Quebrada Huishue	1	1
	Río Sancos	2*	2
	Manantiales 5,6,8,9,11,12 y13 ⁽²⁾	1	7
	Subtotal	14	33
Total		24	49

*No se colectaron muestras en estos puntos en época húmeda por la inaccesibilidad a estas por las lluvias.

(1) Denominación establecida por el administrado según R.D N.° 304-2011-MEM/AAM.

(2) Denominación establecida por el OEFA por no tener nombres según el Instituto Geográfico Nacional-2018.

(3) Denominación establecida por la población por no tener nombres según el Instituto Geográfico Nacional-2018.

(4) Denominación establecida por el administrado en el EIA detallado presentado al SENACE en el 2018.

Tabla 6- 2. Ubicación de puntos de muestreo en la microcuenca Para

N.°	Cuerpo de agua	Época	Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
Quebradas							
1	Quebrada Lambre o D	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada D o Lambre.
		Húmeda	QdaD-1	617383	8338464	3770	
2	Quebrada Lambre o D	Seca	QSN-16	617617	8337896	3666	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada D o Lambre.
		Húmeda	QdaD-2			3664	
3	Quebrada Lambre o D	Seca	QSN-1	617673	8336812	3490	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada D o Lambre.
		Húmeda	QdaD-3			3498	
4	Quebrada Lambre o D	Seca	QSN-10	617603	8334326	3056	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada D o Lambre, antes de la confluencia con la quebrada Larapage.
		Húmeda	QdaD-4			3050	
5	intermite	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada C o intermitente 11, en su margen izquierda se



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

N.º	Cuerpo de agua	Época	Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
		Húmeda	QdaC-1	617158	8336538	3498	encuentra el Anexo de Pueblo Nuevo.
6	Quebrada Larapage	Seca	QLapa1	617994	8336899	3490	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada Larapage.
		Húmeda	QLara1			3488	
7	Quebrada Larapage	Seca	QLapa2	617783	8334284	3049	Punto ubicado en la quebrada Larapage, antes de la confluencia con la quebrada D o Lambre.
		Húmeda	QLara2			3045	
Ríos							
8	Río Para	Seca	RPara1	618270	8332894	2818	Punto ubicado en el río Para, aguas arriba del botadero de residuos sólidos de la comunidad campesina de Para.
		Húmeda	RPara1			2836	
9	Río Para	Seca	RPara2	618382	8332516	2796	Punto ubicado en el río Para, aguas abajo del botadero de residuos sólidos de la comunidad campesina de Para.
		Húmeda	RPara2			2798	
Manantiales							
10		Seca	-	-	-	-	Manantial ubicado en la margen izquierda de la quebrada Lambre o D, captado mediante tubería hacia un reservorio de concreto que abastece al Anexo Pueblo Nuevo.
		Húmeda	Mana10	617447	8338507	3824	
11		Seca	-	-	-	-	Manantial ubicado en la margen izquierda de la quebrada intermitente 12, captada mediante tubería hacia un reservorio de concreto que abastece al Anexo Pueblo.
		Húmeda	Mana7	617878	8337994	3690	
12		Seca	-	-	-	-	Manantial ubicado en la margen izquierda de la vía afirmada, captado mediante canal rústico hacia una poza rústica para ser utilizado en la actividad de agricultura.
		Húmeda	Mana4	617854	8336789	3498	
13		Seca	-	-	-	-	Manantial ubicado en la margen izquierda de la quebrada C al oeste del Anexo Pueblo Nuevo.
		Húmeda	Mana14	617190	8336571	3514	
14		Seca	Mana1	618981	8332924	2872	Manantial ubicado a 500 m aproximadamente al noreste de la comunidad campesina de Para.
		Húmeda	Mana1	618981	8332923	2873	
15		Seca	Mana2	618656	8332731	2868	Manantial ubicado a 90 m aproximadamente al este de la comunidad campesina de Para.
		Húmeda	Mana2			2861	
16		Seca	Mana3	619888	8334493	3206	Manantial captado mediante tubería de 2 pulgadas utilizado para el consumo humano por la comunidad campesina de Para.
		Húmeda	Mana3				



Handwritten notes and signatures in blue ink, including '7', '11', '12', '13', '14', '15', '16' and 'RA D se'.



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

Tabla 6- 3. Ubicación de puntos de muestreo en la microcuenca Sancos

N.º	Cuerpo de agua	Época	Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
Quebradas							
1	Quebrada intermitente 8 o Miskiyacu	Seca	QMisk1	614509	8333560	2883	Punto ubicado en la quebrada intermitente 8 o Miskiyacu.
		Húmeda	QMisk1	614559	8333714	2919	
2	Quebrada B o Yahuarcocha	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada B o Yahuarcocha, aproximadamente a 400 m del tajo 02 proyectado.
		Húmeda	QdaB-1	615015	8335440	3315	
3	Quebrada B o Yahuarcocha	Seca	QSN-12	614441	8334642	3060	Punto ubicado en la quebrada B o Yahuarcocha, aproximadamente a 1350 m del tajo 02 proyectado, aguas abajo de la confluencia con la quebrada intermitente 7.
		Húmeda	QdaB-2			3068	
4	Quebrada B o Yahuarcocha	Seca	QPuch1	614314	8333898	2891	Punto ubicado en la quebrada B o Yahuarcocha, aproximadamente a 2130 m del tajo 02 proyectado.
		Húmeda	QdaB-3			2902	
5	Quebrada intermitente 7	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada intermitente 7, afluente de la quebrada B o Yahuarcocha, aproximadamente a 200 m del botadero proyectado.
		Húmeda	QI7-A	614577	8335401	3259	
6	Quebrada intermitente 7	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada intermitente 7, afluente de la quebrada B o Yahuarcocha, aproximadamente a 300 m del botadero proyectado.
		Húmeda	QI7-C	614541	8335300	3236	
7	Quebrada intermitente 7	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada intermitente 7, afluente de la quebrada B o Yahuarcocha, aproximadamente a 650 m del botadero proyectado.
		Húmeda	QI7-B	614560	8335040	3160	
8	Quebrada A	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada A, aproximadamente a 200 m del PAD proyectado.
		Húmeda	QdaA-1	615304	8337179	3810	
9	Quebrada A	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada A, aproximadamente a 800 m del PAD proyectado.
		Húmeda	QdaA-3	614804	8337282	3700	
10	Quebrada A	Seca	QLamb1	614312	8337447	3539	Punto ubicado en la quebrada A, aproximadamente a 1300 m del PAD proyectado.
		Húmeda	QdaA-2			3538	
11	Quebrada permanente 1	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada permanente 1, aproximadamente a 600 m de la poza de mayores eventos proyectada, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	QP1	614604	8337684	3637	
12	Quebrada permanente 1	Seca	QSN-15	614276	8337562	3544	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada permanente 1, aproximadamente a 1000 m de la poza de mayores eventos proyectada, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	QP1-A			3543	
13	Quebrada permanente 2	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada permanente 2, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	QP2	615059	8338244	3789	



2
H
A
H
S
A
DA
M
U

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

N.º	Cuerpo de agua	Época	Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
14		Seca	QSN-4	614492	8338166	3590	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada permanente 2, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	QP2-A			3589	
15	Quebrada permanente 3	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada permanente 3, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	QP3	614839	8338548	3769	
16	Quebrada permanente 3	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada permanente 3, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	QP3-A	614408	8338322	3598	
17	Quebrada permanente 4	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada permanente 4, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	QP4	614526	8338749	3765	
18	Quebrada permanente 4	Seca	QSN-14	614343	8338340	3590	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada permanente 4, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	QP4-A			3603	
19	Quebrada permanente 5	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada permanente 5, después de la confluencia entre la quebrada A y la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	QP5	612877	8337892	3289	
20	Quebrada Torpito	Seca	QChuñ1	614277	8339167	3722	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada Torpito, afluente de la quebrada Jarhuisique.
		Húmeda	QTorp1			3714	
21	Quebrada Jarhuisique	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada Jarhuisique, después de la confluencia con la quebrada permanente 5.
		Húmeda	QJarh1	612770	8337830	3279	
22	Quebrada Jarhuisique	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada Jarhuisique, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Futja, antes de la captación de agua mediante canal de concreto utilizado para riego de cultivos en Sancos.
		Húmeda	QJarh2	612444	8335449	2931	
23	Quebrada Jarhuisique	Seca	QJarh1*	612137	8334812	2715	Punto ubicado en la quebrada Jarhuisique, a 25 metros aproximadamente del puente de la vía afirmada.
		Húmeda	-	-	-	-	
24	Quebrada Futja	Seca	QFutc1	612071	8334790	2717	Punto ubicado en la quebrada Futja, antes de la confluencia con la quebrada Jarhuisique.
		Húmeda	QFutj1			2708	
25	Quebrada Huisihue	Seca	QHuis1	611448	8334517	2794	Punto ubicado en la quebrada Huisihue, antes de la confluencia con el río Sancos.
		Húmeda	QHuis1	611593	8334510	2752	
Ríos							
26	Río Sancos	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en el río Sancos, aproximadamente a 20 m aguas arriba de la descarga de agua residual mediante canal rústico proveniente del distrito de Sancos
		Húmeda	RSanc0	612148	8334352	2565	



2
 H
 A
 R
 J
 A
 R
 H
 U
 I
 S
 I
 Q
 U
 E



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

N.º	Cuerpo de agua	Época	Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
27		Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en el río Sancos, aproximadamente a 20 m aguas abajo de la descarga de agua residual mediante canal rústico proveniente del distrito de Sancos.
		Húmeda	RSanc1	612178	8334322	2569	
28		Seca	RSanc1*	612162	8334236	2547	Punto ubicado en el río Sancos, antes de la confluencia con la quebrada Huishue.
		Húmeda	-	-	-	-	
29		Seca	RSanc2	612194	8334181	2576	Punto ubicado en el río Sancos, después de la confluencia con la quebrada Huishue.
		Húmeda	-	-	-	-	
Manantiales							
30		Seca	-	-	-	-	Manantial ubicado en la margen derecha de la quebrada A, aproximadamente a 380 m al oeste del PAD proyectado.
		Húmeda	Mana5	615150	8337272	3772	
31		Seca	-	-	-	-	Manantial ubicado en la margen izquierda de la quebrada intermitente 7, área donde se construirá el sistema de tratamiento de efluentes del botadero proyectado.
		Húmeda	Mana6	614601	8335348	3253	
32		Seca	-	-	-	-	Manantial ubicado en el área donde se pretende construir el PAD, actualmente es captado mediante manguera hacia un reservorio de piedras para bebida de animales y riego.
		Húmeda	Mana8	615637	8337371	3865	
33		Seca	-	-	-	-	Manantial ubicado aproximadamente a 800 m al oeste del Tajo 01 proyectado.
		Húmeda	Mana9	613924	8334915	3130	
34		Seca	QYana1	613557	8336347	3333	Manantial ubicado en la margen izquierda de la quebrada intermitente 5, aproximadamente a 900 m al suroeste del botadero proyectado.
		Húmeda	Mana11	613914	8335014	3137	
35		Seca	-	-	-	-	Manantial ubicado aproximadamente a 350 m al oeste del PAD proyectado.
		Húmeda	Mana12	614990	8337626	3770	
36		Seca	-	-	-	-	Manantial ubicado en el distrito de Sancos, captado mediante tubería hacia un reservorio, utilizado para consumo humano.
		Húmeda	Mana13	612440	8336290	3072	



2
 H
 H
 J
 H
 A
 A
 H
 O

6.1.3 Parámetros y métodos de análisis

Las muestras de agua fueron analizadas por laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal) que proporcionaron los coolers, frascos y preservantes necesarios. Los parámetros y métodos de análisis se detallan en la Tabla 6-4.

Tabla 6- 4. Parámetros y métodos de análisis en agua

N.º	Parámetro	Método de ensayo	Descripción
Setiembre 2017			
1	Demanda química de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012 Solids	Reflujo cerrado, método trimétrico
2	Sólidos suspendidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 22nd	Sólidos suspendidos secos a 103-105 ° C



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

N.º	Parámetro	Método de ensayo	Descripción
		Ed. 2012	
3	Sólidos totales disueltos	SMEWW 2540 C 22 nd Ed. 2012	Método gravimétrico
4	Cromo hexavalente total	SMEWW Part 3500Cr-B, 22nd Ed 2012	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente
5	Silicio disuelto	EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente
6	Silicio total	EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente
7	Mercurio total	EPA Method 245 (Val) Febrero 2005	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente
8	Mercurio disuelto	EPA Method 245.7 (Val), Febrero 2005	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente
9	Metales totales	EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente
10	Metales disueltos	EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente
11	Cianuro débil y disociable (WAD)	SMEWW-APHA-AWWA Part 4500-CN I, 22nd Ed 2012	Método colorimétrico
12	Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA- WEF Part 4500 CO ₂ , 22nd Ed 2012	Método volumétrico
13	Cloruros	EPA Method 325.3, Revised March 1983	Titulación con nitrato de mercurio
14	Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA- WEF Part 4500-S ₂ ⁻ D, 22nd Ed. 2012.	Método azul de metileno
15	Sulfatos	EPA Method 375.4, Revised March 1983	Método espectrofotométrico
16	Nitratos	EPA Method 352.1, Revised March 1983.	Método colorimétrico - Brucina
Marzo 2018			
1	Cianuro débil y disociable (WAD)	SMEWW-APHA-AWWA- WEF Part 4500-CN I, E, 22nd Ed. 2012	Método colorimétrico
2	Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA- WEF Part 4500-Cl ⁻ B, 22nd Ed. 2012	Método argentométrico
3	Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA- WEF Part 4500-S ₂ -D, 22nd Ed. 2012	Método azul de metileno
4	Sulfatos	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	Cromatografía de iones
5	Nitrógeno amoniacal	SMEWW-APHA-AWWA- WEF Part 4500-NH ₃ F, 22nd Ed. 2012	Método preliminar del paso de destilación / fenato
6	Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA- WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Sólidos disueltos totales secados a 180 ° C
7	Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA- WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	Sólidos suspendidos totales secados a 103-105 ° C
8	Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA- WEF Part 4500-NO ₃ -E, 22nd Ed. 2012	Método de reducción de cadmio



2
/

RA
M



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

N.º	Parámetro	Método de ensayo	Descripción
9	Metales totales	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Espectometría de masa de plasma acoplada inductivamente
10	Metales disueltos	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Espectometría de masa de plasma acoplada inductivamente
11	Cromo hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 22nd Ed. 2012	Método colorimétrico
12	Carbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012	Método de titulación
13	Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012	Método de titulación

Fuente:

Informes de ensayo 2017: Inspectorate Service Perú S.A.C. (91907/17-MA, 92042/17-MA), NSF Inassa Envirolab S.A.C. (J-00271195, J-00271193, J-00271195, J-00271194, J-00271192), AGQ PERÚ S.A.C. (SAA-17/02307, SAA-17/02308, SAA-17/02347 y SAA-17/02346).

Informes de ensayo 2018: ALS LS Perú S.A.C. (13373/2018, 13383/2018, 13662/2018, 13675/2018, 13477/2018, 13479/2018, 13376/2018, Suplemento 13379/2018, 13384/2018, 13665/2018, 13690/2018, 13691/2018, 14711/2018, 14710/2018, 14712/2018, 14385/2018, 14387/2018, Suplemento 12822/2018, Suplemento 12823/2018, 14820/2018, 15155/2018, 15157/2018 y 15153/2018).

6.1.4 Equipos utilizados

Los equipos utilizados para el muestreo de agua en ambas épocas fueron un multiparámetro portátil y un correntómetro, entre otros, que se detallan en el Anexo 3 (reportes de campo).

6.1.5 Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad en el muestreo realizado en setiembre de 2017 (época seca) consistió en 1 blanco de campo, 1 blanco viajero y 3 duplicados de metales totales.

El aseguramiento de la calidad en el muestreo realizado en marzo de 2018 (época húmeda) consistió en 1 blanco de campo, 1 blanco viajero y 5 duplicados de metales totales, los duplicados se tomaron con la finalidad de garantizar datos fiables y comparables.

6.1.6 Criterios de comparación

Los cuerpos de agua evaluados en el área de influencia del proyecto minero Sancos no se encuentran clasificados en la Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA «Clasificación de cuerpos de Agua Continentales Superficiales», entonces se consideró el numeral 3.3 del artículo 3º del Decreto Supremo N.º 023-2009-MINAM que indica lo siguiente

[...] Para aquellos cuerpos de agua que no se les haya asignado categoría de acuerdo a su calidad, se considerará transitoriamente la categoría del recurso hídrico al que tributan [...].

En este caso, todos los cuerpos de agua evaluados tributan al río Yauca con código 137161, el cual se encuentra clasificado con la Categoría 3 de acuerdo a lo establecido en la Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA «Clasificación de cuerpos de Agua Continentales Superficiales».

Los manantiales fueron considerados como agua superficial en amparo del artículo 226º de la ley de Recursos Hídricos, la cual indica que



Vertical handwritten notes: Cct, A, 9/11, l, PE, A, PA, H, O



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

[...] los manantiales como puntos o áreas aflorantes de las aguas subterráneas⁶ serán considerados como aguas superficiales para los efectos de evaluación y otorgamientos de derechos de uso de agua, toda vez que para su utilización no se requiere la realización de mecanismos ni obras específicas de extracción.

Los resultados de agua (quebradas, ríos y manantiales) fueron comparados con la norma aprobada en el instrumento ambiental del administrado⁷, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (en adelante ECA agua – 2008), Categoría 3: Riego de vegetales y Bebida de animales, subcategorías Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto y Bebida de animales aprobado mediante Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM.

Estos resultados también fueron comparados con la norma vigente, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (en adelante ECA agua – 2017), Categoría 3: Riego de vegetales y Bebida de animales, subcategorías D1: Riego de vegetales (agua para riego no restringido y agua para riego restringido) y D2: Bebida de animales aprobado mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.

6.2 Aire

Se presenta la guía utilizada, la ubicación de las estaciones, los parámetros y métodos de análisis, los equipos utilizados y los criterios de comparación de los resultados del monitoreo de aire realizado del 22 al 26 en mayo de 2018.

6.2.1 Guía utilizada para la evaluación

El monitoreo de aire se realizó considerando las guías y protocolos elaborados por instituciones del estado que se detallan en la Tabla 6-5.

Tabla 6- 5. Guías utilizadas para el monitoreo de aire

Guía o protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Protocolo de monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones - Subsector minería	Todo	Perú	MINEM	Resolución Ministerial N.º 315-96-EM/VMM	1996
Protocolo de monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos	Todo		DIGESA	Resolución Directoral N.º 1404-2005-DIGESA	2005
Calidad de aire. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM ₁₀ en la atmósfera	Todo		Indecopi	NTP 900.030	2003
Calidad del aire. Método de referencia para la determinación de material particulado fino como PM _{2,5} en la atmósfera	Todo		Indecopi	NTP 900.069	2017

6.2.2 Ubicación de las estaciones

Las estaciones de calidad de aire se ubicaron considerando los siguientes criterios:

⁶ Agua que se encuentra o corre por los acuíferos, que se mueve lentamente desde lugares con alta elevación hacia lugares de menor elevación. R.J N° 180-2016-ANA, Glosario de términos sobre recursos hídricos.

⁷ EIASd del proyecto de Exploración Minera Sancos-Categoría II aprobado mediante Resolución Directoral N.º 304-2011-MEM-AAM.



2/

H
X
H

l

PC

Q

PA

M

Ø



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

- i. Ubicación de los componentes proyectados
- ii. Zonas con mayor densidad poblacional
- iii. La dirección predominante del viento
- iv. Accesibilidad a las estaciones, seguridad y suministro continuo de energía

La ubicación y descripción de las estaciones de calidad de aire se detallan en la Tabla 6-6.

Tabla 6- 6. Ubicación de las estaciones de calidad de aire

N.º	Código	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 L		Altitud (m s.n.m)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	AI - 01	612759	8334467	2817	Ubicado en el distrito Sancos, al suroeste del proyecto.
2	AI - 02	617485	8336490	3567	Ubicado en el Anexo de Pueblo Nuevo, al este del proyecto minero Sancos.
3	AI - 03*	615368	8337553	3859	Ubicado en el sector Lambrepampa, área del PAD de lixiviación proyectado.

*En esta estación solo se realizó el registro de los datos meteorológicos.

6.2.3 Parámetros y métodos de análisis

Los métodos de análisis de los parámetros evaluados en aire se detallan en la Tabla 6-7. Los filtros de aire fueron pesados y analizados por un laboratorio acreditado ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal) para la determinación de metales. Los parámetros meteorológicos como precipitación, temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento fueron registrados por evaluadores del OEFA.

Tabla 6- 7. Parámetros analizados en aire

N.º	Parámetro	Método de ensayo	Descripción
1	Material particulado menor a 10 micras (PM ₁₀) con filtro cuarzo	EPA/625/R-96/010a-Compendium Method IO-3.1, Item 4 y 5 (excepto 5.1.1, 5.2.3.7 y 5.3) June 1999. (validado)	Gravimetría
2	Material particulado menor a 2,5 micras (PM _{2,5}) con filtro teflón	EPA, 40 CFR 50 AppendixL Item 6 y 8 2006 (validado)	Gravimetría
3	Metales en material particulado menor a 10 micras (PM ₁₀)	EPA IO-3.5, June 1999	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)

Nota: El laboratorio solo determinó el peso de los filtros con y sin muestra, el cálculo se realizó por el personal de OEFA.

Fuente: Informes de ensayo 28662/2018, 28663/2018 y 28664/2018. ALS LS Perú S.A.C.

6.2.4 Equipos utilizados

Los equipos fueron instalados siguiendo los criterios técnicos del «Protocolo de monitoreo de calidad de aire y gestión de datos» de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), manteniendo las distancias adecuadas a obstáculos, la altura adecuada para el ingreso de la muestra de aire a los analizadores y para la medición de parámetros meteorológicos.

Todos los equipos tenían certificados de calibración vigente y el detalle de estos se muestran en el Anexo 3 (reportes de campo).



6.2.5 Criterios de comparación

Los resultados obtenidos de material particulado menor a 10 micras (PM_{10}) y material particulado menor a 2,5 micras ($PM_{2,5}$) colectados en las estaciones de calidad de aire en el área de influencia del PM Sancos fueron comparados con la norma aprobada en el IGA del administrado⁸ (Decreto Supremo N.° 074-2001-PCM para PM_{10} y Decreto Supremo N.° 003-2008-MINAM para $PM_{2,5}$) y con la norma vigente (Decreto Supremo N.° 003-2017-MINAM).

Los resultados de metales contenidos en el material particulado menor a 10 micras fueron comparados con la norma de calidad ambiental de Canadá *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Estándars, 2012* (en adelante AAQC) porque el Perú no cuenta con estándares de calidad ambiental (Tabla 6-8)

Tabla 6- 8. Estándares de calidad para metales en aire de acuerdo a los criterios de calidad ambiental de Canadá

Contaminante	AAQC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo promedio
Antimonio y compuestos de antimonio	25	24 horas
Arsénico y compuestos de arsénico	0,3	
Berilio y compuestos de berilio	0,01	
Boro	120	
Cadmio y compuestos de cadmio	0,025	
Cobalto	0,1	
Cobre	50	
Cromo y compuestos	0,5	
Hierro (metálico)	4	
Plomo y compuestos de plomo	0,5	
Manganeso y compuestos de manganeso	0,2	
Mercurio (Hg)	2	
Molibdeno	120	
Níquel y compuestos de níquel	0,1	
Selenio	10	
Plata	1	
Estroncio	120	
Estaño	10	
Titanio	120	
Uranio y compuestos de uranio	0,15	
Vanadio	2	
Zinc	120	

Fuente: *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Estándars, 2012.*

6.2.6 Procesamientos de datos

En campo se registró las presiones diferenciales al inicio y término de cada periodo de 24 ± 1 horas, esto para realizar los siguientes cálculos:

a. Determinación de material particulado (PM_{10})

Para la determinación de material particulado PM_{10} , se calculó el flujo promedio durante el periodo de monitoreo corregido a condiciones de referencia o estándar (25°C ; 101,3 kPa) según la siguiente ecuación:

$$Q_{std} = Q_a \left(\frac{P_{av}}{T_{av}} \right) \left(\frac{T_{std}}{P_{std}} \right) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

Q_{std} : flujo promedio a condiciones de referencia (25°C ; 101,3 kPa), m^3/min
 Q_a : flujo promedio a condiciones ambientales, m^3/min

⁸ EIA_{sd} del proyecto de Exploración Minera Sancos-Categoría II aprobado mediante Resolución Directoral N.° 304-2011-MEM-AAM.



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

- P_{av} : presión barométrica promedio (kPa o mm de Hg)
- T_{av} : temperatura ambiente promedio (K)
- T_{std} : temperatura estándar, definida como 298 K
- P_{std} : presión estándar, definida como 101,3 kPa o 760 mm de Hg

Una vez calculado el flujo promedio, se calculó el volumen total de aire muestreado mediante la siguiente ecuación:

$$V_{std} = (Q_{std})(t) \tag{Ecuación 2}$$

Donde:

- V_{std} : total de aire muestreado en unidades patrón de volumen (m^3)
- t : tiempo de muestreo (min)

Se calculó las concentraciones de material particulado en unidades de masa por unidad de volumen de los resultados de pesos en los filtros de PM_{10} determinados por el laboratorio de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$PM_{10} = (W_f - W_i) \times 10^6 / V_{std} \tag{Ecuación 3}$$

Donde:

- PM_{10} : concentración másica de material particulado, en $\mu g/std\ m^3$
- $W_f - W_i$: peso final y peso inicial del filtro colector de partículas, en g



b. Determinación de metales en material particulado (PM_{10})

Se determinaron las concentraciones de metales en filtros PM_{10} según la siguiente ecuación:

$$C_{metal} = (W_{metal}) \times 10^6 / V_{std} \tag{Ecuación 4}$$

Donde:

- C_{metal} : concentración del metal, en $\mu g/std\ m^3$
- W_{metal} : peso del metal, en g
- V_{std} : total de aire muestreado en unidades patrón de volumen (m^3)

c. Determinación de material particulado ($PM_{2.5}$)

El volumen total (en m^3 a condiciones reales) y el tiempo transcurrido se obtuvo del equipo de muestreo⁹, se verificó y se ajustó el flujo volumétrico de succión del equipo con un medidor de flujo digital externo con una exactitud de 2 % del valor esperado¹⁰ para asegurar que sea 16,67 L/min.

Se calculó las concentraciones de material particulado en unidades de masa por unidad de volumen de los resultados de pesos en los filtros de $PM_{2.5}$ determinados por el laboratorio de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$PM_{2.5} = (W_f - W_i) \times 10^6 / V_a \tag{Ecuación 5}$$

⁹ Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as $PM_{2.5}$ in the Atmosphere. Appendix L to Part 50-10.11.

¹⁰ Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as $PM_{2.5}$ in the Atmosphere. Appendix L to Part 50-9.2.2

Handwritten notes in blue ink: '2', '1', 'L', 'A', 'PA', 'M', '0' with arrows pointing to various parts of the document.



Donde:

$PM_{2.5}$: concentración máscica de material particulado, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

$W_f - W_i$: peso final y peso inicial del filtro colector de partículas, en g.

V_a : volumen total de aire muestreado, a condiciones reales de muestreo

6.3 Ruido

Se detalla las guías utilizadas, la ubicación de los puntos de monitoreo, el parámetro evaluado, el equipo utilizado y el criterio de comparación de ruido realizado el 25 de mayo de 2018.

6.3.1 Guía utilizada para la evaluación

El monitoreo de ruido se realizó considerando las guías y protocolos elaborados por instituciones del estado que se detallan en la Tabla 6-9.

Tabla 6-9. Guías utilizadas para el monitoreo de ruido

Guía o protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental.	Parte 1	Perú	Indecopi	NTP-ISO 1996-1: 2007	2007
Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental.	Parte 2			NTP-ISO 1996-2: 2008	2008

6.3.2 Ubicación de puntos

Los puntos de monitoreo de ruido se ubicaron considerando los siguientes criterios:

- i. Ubicación de los componentes proyectados
- ii. Zonas con mayor densidad poblacional
- iii. Accesibilidad

La ubicación de los puntos de ruido se detallan en la Tabla 6-10.

Tabla 6-10. Ubicación de los puntos de ruido en el área de influencia del PM Sancos

N.º	Código	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 L		Altitud (m s.n.m)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	RU - 01	617419	8337975	3758	Ubicado al noreste del proyecto Sancos.
2	RU - 02	617523	8336532	3557	Ubicado en la plaza de armas del Anexo Pueblo Nuevo.
3	RU - 03	614610	8335421	3290	Ubicado al sureste del botadero proyectado.
4	RU - 04	613592	8335374	3240	Ubicado al suroeste del botadero proyectado.
5	RU - 05	612578	8334700	2855	Ubicado en el distrito de Sancos.
6	RU - 06	612710	8334415	2832	Ubicado en el distrito de Sancos, frente a la Institución Educativa Inicial N.º 202.
7	RU - 07	613725	8334472	3057	Ubicado al suroeste del botadero proyectado.
8	RU - 08	614223	8337420	3520	Ubicado al noroeste del Tajo 01 proyectado.
9	RU - 09	614124	8338660	3686	Ubicado al oeste del PAD proyectado.
10	RU - 10	615434	8337545	3844	Ubicado frente a la vivienda del Sr. Demetrio Mendivil, en el área del PAD proyectado.
11	RU - 11	616313	8338522	3999	Ubicado al noreste del PAD proyectado.



6.3.3 Parámetro y método de análisis

El parámetro medido por personal del OEFA fue el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A (LAeqT) en horario diurno, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.

6.3.4 Equipos utilizados

El equipo utilizado para el monitoreo de ruido fue un sonómetro, entre otros, que se detallan en el Anexo 3 (reportes de campo).

6.3.5 Criterios de comparación

Considerando las definiciones de zona residencial e industrial que están establecidas en el Decreto Supremo N.º 085-PCM-2003, los puntos de monitoreo de ruido en el Anexo Pueblo y Sancos fueron comparados con los valores establecidos para zona residencial por ser áreas autorizadas para el uso de viviendas, los demás puntos circundantes a las vías de acceso del PM Sancos fueron comparados con los valores establecidos para zona industrial por ser áreas autorizadas para la realización de actividades industriales.

Los resultados de niveles de presión sonora continua equivalente con ponderación A (LAeqT) en horario diurno fueron comparados con la norma aprobada en el instrumento ambiental del administrado¹¹ y con la norma vigente (Decreto Supremo N.º 085-2003-PCM).



2 ↑

6.4 Tejido vegetal

Se detalla la guía utilizada, la ubicación de los puntos de muestreo, el parámetro y método de análisis, el criterio de comparación y el procesamiento de datos del muestreo de tejido vegetal de 4 especies: 1 arbusto (*Coreopsis* sp.) y 3 hierbas (*Glandularia* sp., *Vulpia* sp. y *Festuca* sp.) en el área de influencia del PM Sancos, realizado del 22 al 24 de setiembre de 2017.

x
H
P
de
A
PA

6.4.1 Guía utilizada para la evaluación

El muestreo consideró lo indicado en el ítem B.2 Planes de muestreo, del «Reglamento (CE) N° 333/2007» de 28 de marzo de 2007 (DOL 88 de 29.3.2007) de la comisión de la Comunidad Europea.

La muestra correspondió a la toma de 10 submuestras de una misma especie desde un punto central en un radio de 30 metros, para formar una muestra compuesta de aproximadamente 1000 g.

6.4.2 Ubicación de puntos de muestreo

Los puntos para la toma de muestras de tejido vegetal se distribuyeron en los 3 tipos de suelo presentes en el área del proyecto¹². La ubicación de los puntos se detallan en la Tabla 6-11.

h
o

¹¹ ElAsd del proyecto de Exploración Minera Sancos-Categoría II aprobado mediante Resolución Directoral N.º 304-2011-MEM-AAM.
¹² El mapa de tipos de suelo fue proporcionado por el administrado vía correo electrónico el 17/04/2018.



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

Tabla 6- 11. Ubicación de puntos de muestreo de tejido vegetal en el área de influencia del PM Sancos

N.º	Código	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
Tipo de suelo Sancos					
1	TEJ-SAN-01 ⁽¹⁾	613411	8335267	3191	Puntos ubicados al suroeste del botadero y del tajo 01 proyectado.
2	TEJ-SAN-02 ⁽²⁾	613141	8335818	3217	
Tipo de suelo Pacchiri					
3	TEJ-SAN-03 ⁽³⁾	614818	8337435	3745	Puntos ubicados al oeste del PAD y poza de eventos proyectados.
4	TEJ-SAN-04 ⁽⁴⁾	615363	8338133	3851	
5	TEJ-SAN-05 ⁽⁵⁾	614967	8336925	3780	
Tipo de suelo Yahuarcocha					
6	TEJ-PAR-01 ⁽⁶⁾	616777	8334301	3281	Puntos ubicados al sureste del botadero y del tajo 02 proyectado.
7	TEJ-PAR-02 ⁽⁷⁾	616157	8334523	3370	

(1) y (6) *Coreopsis* sp. (Arbusto oje majache)

(2) *Glandularia* sp. (Hierba)

(3) y (5) *Vulpia* sp. (Hierba)

(4) y (7) *Festuca* sp. (Hierba)

6.4.3 Parámetros y métodos de análisis

El parámetro y método de análisis en las muestras de tejido vegetal se detallan en la Tabla 6-12.

Tabla 6- 12. Parámetro analizado en las muestras de tejido vegetal

N.º	Parámetro	Método de ensayo	Descripción
1	Metales totales	PE 324	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente con detector de masa

Fuente: Informe de ensayo SAA-17/02323. AGQ Perú S.A.C.

6.4.4 Criterios de comparación

El Perú no cuenta con una normativa para metales en tejido vegetal y el administrado no cuenta con ninguna norma de comparación aprobada en el instrumento ambiental, por ello, se utilizó como referencia los valores de arsénico, plomo, mercurio y cadmio de la última modificación del Real Decreto 465/2003, sobre las sustancias indeseables en la alimentación animal de la Unión Europea (UE).

6.5 Caracterización geológica local

Se detalla las guías utilizadas, la ubicación de los puntos de control, los equipos utilizados y el procesamiento de datos de la caracterización geológica local en el área de influencia del PM Sancos realizada en marzo de 2018.

6.5.1 Guía utilizada para la evaluación

Las referencias para la caracterización geológica local se detallan en la Tabla 6-13.

Tabla 6- 13. Guías utilizadas para la caracterización geológica local

Guía o protocolo	País	Institución o fuente	Año
Manual de estándares de cartografía para la digitalización de los mapas geológicos CGN a escala 1:100 000	Perú	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-INGEMMET	2016
FGDC Digital Cartographic Standard for Geological Map Symbolización	E.E.U.U	United States Geological Survey - USGS	2006
Estándares cartográficos y de manejo de información gráfica para	Colombia	Servicio Geológico Colombiano - INGEOMINAS	2001



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

Guía o protocolo	País	Institución o fuente	Año
mapas geológicos			
Basic Geological Mapping	Reino Unido	Richard J. Lisle, Peter Brabham and John Barnes	2011
Geological Structures and Maps	Reino Unido	Richard J. Lisle	2004
Geological field techniques-2	Reino Unido	Angela L. Coe, Tom W. Argles, David A. Rothery y Robert A. Spicer	2009

6.5.2 Ubicación de puntos de control

Las mediciones y las descripciones macroscópicas se realizaron *in situ*. La ubicación de puntos de control geológicos se detallan en la Tabla 6-14.

Tabla 6- 14. Ubicación de puntos de control geológico

N.º	Código	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	GPMS-01	614605	8335510	3295	Depósito fluvial con contenido de gravas y arenas con clastos subangulosos a subredondeados en una matriz arenosa sin compactar.
2	GPMS-02	614542	8335308	3236	Toba andesítica de coloración blanquecina sin planos de flujo y compuesta principalmente de fragmentos líticos en una matriz fina de color grisácea.
3	GPMS-03	614550	8335318	3254	Brecha freatomagmática con contenido de fragmentos de roca andesítica clastosoportada en una matriz afectada por alteración sílica.
4	GPMS-04	614518	8335327	3240	Brechas volcánicas de textura piroclástica con fragmentos líticos e inclusiones de ceniza volcánica.
5	GPMS-05	614609	8335368	3255	Andesita pórfirítica con fenocristales de plagioclasa y accesorios piroxénicos.
6	GPMS-06	614590	8335393	3260	Ferricreta cementada con óxidos de hierro con contenido de fragmentos de flujos andesíticos.
7	GPMS-07	615088	8335452	3317	Andesita pórfirítica con fenocristales de plagioclasa y accesorios piroxénicos, afectada por alteración argílica, altamente fracturada.
8	GPMS-08	615098	8335447	3315	Brecha volcánica de soporte clástico, monolítica con matriz compuesta principalmente de polvo de roca andesítica y producto de la abrasión de los fragmentos evidenciándose una alteración hidrotermal relevante en la matriz.
9	GPMS-09	614935	8335414	3310	Depósitos fluviales constituidos por gravas y arenas (estratoeciente) evidenciándose tres eventos de sedimentación.
10	GPMS-10	614864	8335390	3309	Depósitos coluviales constituidos por arenas, gravas y bloques (depósitos gravitacionales heterogéneos).
11	GPMS-11	613912	8335031	3122	Toba andesítica de coloración blanquecina polilíticas y heterométricas, con soporte matricial argílico.
12	GPMS-12	613906	8334989	3112	Coladas de lava volcánica con capas de piroclastos de composición andesítica.
13	GPMS-13	613552	8336345	3321	Toba andesítica de coloración blanquecina polilíticas y heterométricas, con soporte matricial argílico.
14	GPMS-14	613529	8336311	3307	Brechas coluviales de hierro pobremente



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

N.º	Código	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
					cementadas con contenido de fragmentos de roca que forman capas masivas.
15	GPMS-15	615156	8338270	3383	Diorita ferromagnesiana (biotita y hornblenda) de coloración oscura con intercalaciones de andesitas volcanoclasticas, con diaclasamiento preferencial N40 y 60SE.
16	GPMS-16	615651	8337371	3873	Toba andesítica porfírica con fenocristales de plagioclasa y accesorios piroxénicos, afectada por alteración argílica, altamente fracturada.
17	GPMS-17	615615	8337367	3766	Brecha freática monolítica de fragmentos de andesita angulosa envuelta en una matriz silicificada.
18	GPMS-18	615476	8337539	3841	Depósito coluviofluvial que forma una cárcava debido a procesos erosivos y formando suelos de origen volcánico.
19	GPMS-19	615212	8337738	3812	Toba andesítica de coloración blanquecina sin planos de flujo y compuesta principalmente de fragmentos líticos en una matriz fina de color grisácea.
20	GPMS-20	615312	8337718	3834	Andesitas porfíricas de coloración verdosa con fracturamiento preferencial noreste.
21	GPMS-21	615115	8337785	3782	Depósitos coluviales y depósitos gravitacionales de rocas andesitas, tobas andesíticas con contenido de suelos de origen volcánico.
22	GPMS-22	615249	8337689	3826	Ferricreta pobremente cementada con óxidos de hierro con contenido de fragmentos de flujos andesíticos.
23	GPMS-23	615000	8337646	3754	Tobas andesíticas con fracturamiento preferencial noroeste y sureste.
24	GPMS-24	614977	8337613	3755	Tobas de ceniza volcánica pobremente consolidadas no poseen laminación preferencial y está compuesto por clastos angulosos de pasta volcánica, envuelta en una matriz tobácea muy fina de color blanquecino.
25	GPMS-25	615052	8337432	3756	Andesita porfírica con fenocristales de plagioclasa y accesorios piroxénicos, afectada por alteración argílica, altamente fracturada.
26	GPMS-26	615175	8337250	3761	Flujos de lava andesítica de coloración gris con textura porfírica y abundantes fenocristales de plagioclasa envuelta en una matriz vítrea, formando una topografía disectada.
27	GPMS-27	615147	8337270	3772	Flujos de lava andesítica de coloración gris con textura porfídica y abundantes fenocristales de plagioclasa envuelta en una matriz vítrea, formando una topografía disectada.
28	GPMS-28	615217	8337001	3790	Toba silicificada volcanoclastica con fracturamiento poldireccional y contenido de óxidos en fracturas.
29	GPMS-29	615318	8336768	3810	Brecha freática monolítica de fragmentos de andesita angulosa con soporte del tipo crackle con matriz tobacea, con abundantes óxidos de hierro en matriz y planos de fractura.
30	GPMS-30	617440	8338429	3765	Tobas andesíticas aglomerádica con una matriz hipocristalina, con proporción variable de rocas volcánicas andesíticas.



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin, including a large number '2' and various initials.



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

N.º	Código	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
31	GPMS-31	617418	8338434	3767	Contacto entre tobas líticas (>9cm) y andesitas porfíricas color verdoso con presencia de pirita diseminada.
32	GPMS-32	617450	8338436	3765	Depósito fluvial con contenido de arena, grava y fragmentos de roca heterolítica que forma la quebrada Lambre.
33	GPMS-33	617446	8338532	3805	Toba andesítica con alteración hidrotermal argílica y con oxidación en planos de fractura.
34	GPMS-34	617515	8338432	3771	Depósitos coluviales con contenido de fragmentos de roca volcánica heterométrica.
35	GPMS-35	617599	8337840	3675	Lavas andesíticas silicificadas y con presencia de óxidos en planos de fracturas y con contenido de venillas de cuarzo.
36	GPMS-36	617906	8337934	3688	Secuencia de andesita volcanoclástica depositadas y distribuidas en la quebrada intermitente 12, con intrusiones dioríticas esporádicas.
37	GPMS-37	617308	8336517	3545	Flujos de lava andesítica con litoclastos con orientación preferente noreste.
38	GPMS-38	617245	8336547	3528	Toba andesítica con alteración hidrotermal argílica y con oxidación en planos de fractura.
39	GPMS-39	614325	8339014	3730	Secuencia de andesitas volcanoclásticas, con fracturamiento preferencial rumbo N160° y buzamiento 20° NW.
40	GPMS-40	614258	8339124	3754	Tobas de brecha rica en líticos con abundantes fragmentos de andesita clastosoportada en una matriz piroclástica.
41	GPMS-41	614537	8338763	3762	Secuencia de andesitas volcanoclásticas depositadas y esporádicos diques dioríticos.
42	GPMS-42	614830	8338547	3774	Secuencia de andesitas volcanoclásticas depositadas, constituidas y retrabajadas con flujo finamente estratificadas a manera de oleada en la base.



2
↑
tt
x
A
L
re
D
PA
H
O

6.5.3 Equipos utilizados

Los equipos utilizados para la caracterización geológica local en el área de influencia del PM Sancos se detallan en el Anexo 3 (reportes de campo).

6.5.4 Procesamiento de datos

Se digitalizó la información colectada en campo para elaborar secciones geológicas en 2D e interpretar las unidades geológicas en profundidad de los componentes proyectados.

Se utilizó el programa ArcGis 10.3.2 que permitió trazar las unidades geológicas en superficie mediante el método de unión de polígonos. El reconocimiento geológico de superficie se complementó con el análisis de imágenes satelitales del Google Earth.

La interpretación estructural regional se realizó mediante el método indirecto¹³, basado en el procesamiento de imágenes satelitales Landsat 8.

¹³

Método indirecto, basado en Matriz de convolución y Morfología, para la determinación de los rasgos estructurales.



6.6 Nivel de Fondo en suelo

Se detalla la guía utilizada, la ubicación de los puntos de muestreo, el parámetro y método de análisis, el equipo utilizado, el aseguramiento de la calidad del muestreo de suelo realizado en setiembre de 2017 y mayo de 2018 y el procesamiento de datos para determinar la concentración de metales en este y posteriormente calcular el nivel de fondo mediante el software estadístico ProUCL versión 5.1.

6.6.1 Guía utilizada para la evaluación

El muestreo de suelo consideró las recomendaciones establecidas en la sección 1.3.3 (tipos de muestreo), sección 5 (determinación de puntos de muestreo) y el Anexo N.º 2 de la «Guía para Muestreo de Suelos» aprobada el 9 de abril de 2014, mediante Resolución Ministerial N.º 085-2014-MINAM.

Se colectaron 90 muestras compuestas (5 submuestras) a nivel superficial < 0,30 m en 3 tipos de suelo (30 en cada tipo de suelo), utilizando 2 modelos de distribución: en forma de cruz para zonas planas o ligeramente inclinadas con espacios de 30 m desde la intersección del eje y en forma lineal siguiendo la gradiente en laderas, sobre la cual se ubicaron 5 puntos con espacios de 30 m entre puntos.

Estos modelos variaron en presencia de afloramientos rocosos, relieve del suelo u otro factor físico que pueda interferir en el muestreo.

6.6.2 Ubicación de puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se distribuyeron en los 3 tipos de suelo presentes en el área de influencia del PM Sancos, estos son el suelo Sancos, Yahuarcocha y Pacchiri. La ubicación de los puntos de muestreo en cada tipo de suelo se detalla en la Tabla 6-15.

Tabla 6- 15. Ubicación de puntos de muestreo de suelo

N°	Código	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 L		Altitud (m s.n.m)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
Suelo Sancos					
1	SUE-SAN-01	613498	8335206	3171	Puntos ubicados al suroeste del botadero y del tajo 01 proyectado.
2	SUE-SAN-02	613411	8335267	3191	
3	SUE-SAN-03	613606	8335279	3207	
4	SUE-SAN-04	613518	8335378	3228	
5	SUE-SAN-05	613592	8335449	3247	
6	SUE-SAN-06	613176	8335626	3213	
7	SUE-SAN-07	613095	8335741	3203	
8	SUE-SAN-08	613141	8335818	3217	
9	SUE-SAN-09	613174	8335880	3218	
10	NSFB-01	614499	8335144	3169	Puntos ubicados al sur del botadero y al sureste del tajo 01 proyectado.
11	NSFB-02	614480	8335115	3162	
12	NSFB-03	614510	8335112	3164	
13	NSFB-04	614520	8335079	3163	
14	NSFB-05	614489	8335085	3160	
15	NSFB-06	614452	8335099	3162	
16	NSFB-07	614421	8335115	3164	
17	NSFB-08	614370	8335096	3160	
18	NSFB-09	614404	8335083	3163	



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

N°	Código	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 L		Altitud (m s.n.m)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
19	NSFB-10	614436	8335067	3165	
20	NSFB-11	614470	8335056	3168	
21	NSFB-12	614503	8335048	3170	
22	NSFB-13	614518	8334998	3155	
23	NSFB-14	614486	8335012	3164	
24	NSFB-15	614452	8335020	3161	
25	NSFB-16	614420	8335032	3157	
26	NSFB-17	614387	8335046	3157	
27	NSFB-18	614336	8335074	3156	
28	NSFB-19	614384	8334997	3152	
29	NSFB-20	614428	8334977	3153	
30	NSFB-21	614474	8334959	3157	
Suelo Pacchiri					
1	SUE-SAN-10	614818	8337435	3745	
2	SUE-SAN-11	614914	8337542	3765	
3	SUE-SAN-12	614997	8337549	3786	
4	SUE-SAN-13	615265	8338014	3852	
5	SUE-SAN-14	615363	8338133	3851	
6	SUE-SAN-15	615378	8338029	3855	
7	SUE-SAN-16	614967	8336925	3780	
8	SUE-SAN-17	615016	8337084	3766	
9	SUE-SAN-18	614839	8336959	3767	
10	NFSC-01	614580	8337201	3654	
11	NFSC-02	614540	8337194	3656	
12	NFSC-03	614500	8337194	3650	
13	NFSC-04	614450	8337194	3641	
14	NFSC-05	614420	8337194	3636	
15	NFSC-06	614380	8337194	3634	
16	NFSC-07	614380	8337234	3617	
17	NFSC-08	614420	8337234	3618	
18	NFSC-09	614460	8337234	3622	
19	NFSC-10	614500	8337234	3627	
20	NFSC-11	614540	8337234	3636	
21	NFSC-12	614580	8337235	3641	
22	NFSC-13	614400	8337555	3570	
23	NFSC-14	614394	8337515	3569	
24	NFSC-15	614393	8337475	3570	
25	NFSC-16	614355	8337462	3554	
26	NFSC-17	614357	8337502	3554	
27	NFSC-18	614361	8337542	3558	
28	NFSC-19	614320	8337540	3545	
29	NFSC-20	614318	8337500	3542	
30	NFSC-21	614315	8337460	3539	
Suelo Yahuarcocha					



Handwritten notes and signatures in blue ink, including the number '2' and various initials.

Puntos ubicados al oeste del PAD y poza de eventos proyectados.



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

N°	Código	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 L		Altitud (m s.n.m)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	SUE-PAR-01	616777	8334301	3281	Puntos ubicados al sur del botadero y al suroeste del tajo 02 proyectado.
2	SUE-PAR-02	616750	8334432	3263	
3	SUE-PAR-03	616627	8334605	3275	
4	SUE-PAR-04	616642	8334441	3285	
5	SUE-PAR-05	616157	8334523	3370	
6	SUE-PAR-06	616083	8334576	3379	
7	SUE-PAR-07	616148	8334404	3376	
8	SUE-PAR-08	616197	8334287	3385	
9	NFSA-01	614607	8335028	3154	
10	NFSA-02	614641	8335009	3164	
11	NFSA-03	614676	8334989	3172	
12	NFSA-04	614668	8334940	3173	
13	NFSA-05	614633	8334960	3159	
14	NFSA-06	614599	8334979	3156	
15	NFSA-07	614591	8334930	3156	
16	NFSA-08	614625	8334911	3163	
17	NFSA-09	614660	8334891	3173	
18	NFSA-10	614657	8334841	3178	
19	NFSA-11	614623	8334861	3165	
20	NFSA-12	614588	8334881	3151	
21	NFSA-13	614496	8334421	3060	
22	NFSA-14	614456	8334420	3058	
23	NFSA-15	614416	8334420	3055	
24	NFSA-16	614376	8334420	3052	
25	NFSA-17	614376	8334460	3049	
26	NFSA-18	614416	8334460	3049	
27	NFSA-19	614456	8334460	3052	
28	NFSA-20	614456	8334500	3054	
29	NFSA-21	614416	8334500	3052	
30	NFSA-22	614376	8334500	3049	



6.6.3 Parámetros y métodos de análisis

Los parámetros y métodos de análisis en las muestras de suelo orientadas a identificar el nivel de fondo se detallan en la Tabla 6-16.

Tabla 6- 16. Parámetros analizados en el suelo del área de influencia del PM Sancos

N.º	Parámetro	Método de ensayo	Descripción
2017			
1	Metales totales incluido mercurio	EPA Method 200.8 Rev 5.4 (1994)	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente con detector de masa
2	Cianuro total	EPA 9013/SM 4500	Electrometría
2018			
1	Metales totales	EPA 3050 B: 1996/ EPA 6010 B: 1996	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente con detector de masa



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

N.º	Parámetro	Método de ensayo	Descripción
2	Mercurio total	EPA 7471 B, Rev 2, February 2007	Vapor frío

Fuente:

Informes de ensayo 2017: SAA-17/02324, SAA-17/02338, SAA-17/02324, SAA-17/02325, SAA-17/02338, SAA-17/02339, SAA-17/02325, SAA-17/02326, SAA-17/02339 y SAA-17/02340. AGP Perú S.A.C.

Informes de ensayo 2018: Suplemento 28585/2018, 28586/20198, 28587/2018, 28588/2018, 28589/2018, Suplemento 28581/2018, Suplemento 28582/2018, 28583/2018, Suplemento 28584/2018, 28590/2018 y Suplemento 28591/2018. ALS LS Perú S.A.C.

6.6.4 Equipos utilizados

Para el muestreo de suelo se utilizó un barreno, en el Anexo 3 (reportes de campo) se detallan los equipos complementarios.

6.6.5 Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad consistió en 3 duplicados en el 2017 y 6 duplicados en el 2018, el parámetro analizado fue metales totales con la finalidad de garantizar datos fiables y comparables.

6.6.6 Procesamiento de datos

El tratamiento estadístico de datos en el software ProUCL versión 5.1. desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2002) se realizó de la siguiente manera:

a. Validación y organización de datos

Se procesó los datos de los resultados de laboratorio de suelo mediante un algoritmo de validación.

b. Identificación de valores por debajo del límite inferior de cuantificación (valores censurados)

Se realizó un conteo de los valores censurados por cada parámetro. Si un parámetro presentó igual o más del 80 por ciento de datos por debajo del límite de cuantificación, fue excluido del análisis.

c. Identificación y tratamiento de valores perdidos

Los valores perdidos fueron identificados mediante una función de búsqueda y los valores censurados fueron reemplazados temporalmente por la mitad de su límite de cuantificación.

El tratamiento de valores perdidos consistió en reemplazarlos por valores estimados empleando la metodología *Random Forest*.

d. Identificación de valores atípicos o anómalos

Mediante un análisis exploratorio (gráfico de cajas, dispersión e histograma) se identificó los potenciales valores atípicos, y luego se confirmó mediante las pruebas de Dixon ($n \leq 25$) y Rosner ($n > 25$), siempre y cuando los valores no potenciales atípicos detectados hayan presentado una distribución aproximadamente normal.

e. Cálculo de estadísticas descriptivas

Se aplicó el método de *Kaplan-Meier* para los valores censurados a fin de calcular el promedio, varianza y coeficiente de variación.



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

Para el mínimo, máximo, percentiles, coeficiente de asimetría y curtosis se reemplazó el valor censurado por la mitad de su límite de cuantificación.

Se aplicó las estadísticas descriptivas clásicas para valores no censurados a fin de calcular el promedio, mínimo, máximo, varianza, coeficiente de variación, percentiles, coeficiente de asimetría y curtosis.

f. Identificación de la distribución estadística de datos

Una vez conocido el comportamiento de los parámetros, se identificó su distribución estadística a través de pruebas de bondad de ajuste: *Anderson-Darling*, *Kolmogorov-Smirnov*, *Shapiro Wilk* y *Lilliefors*.

g. Cálculo de los niveles de fondo y niveles de referencia

Para los valores censurados se calculó los niveles de fondo y niveles de referencia con el método de *Kaplan-Meier*.

Se realizó el cálculo de nivel de fondo y nivel de referencia según la distribución estadística identificada; mediante el límite superior del intervalo de confianza para la media (nivel de fondo) y el límite superior del intervalo de confianza para el percentil 95 (nivel de referencia), en ambos casos a un 95 % de confianza.



6.6.7 Criterio de comparación

Los resultados del cálculo de nivel de fondo de metales fueron comparados referencialmente con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de uso agrícola, del Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAM.

6.7 Caracterización hidroquímica

La evaluación de los aspectos químicos del agua y los tipos de reacciones que ocurren en este medio consideró la totalidad de los resultados de agua (ríos, quebradas y manantiales detallados en la Tabla 6-1 ubicados en el área de influencia del PM Sancos. Es importante mencionar que Custodio y Llamas (1996)¹⁴ considera que los análisis de calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y parámetros de campo como la conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno, son suficientes para el estudio de los principales procesos químicos en la mayoría de acuíferos y sistemas hidrológicos.

6.7.1 Procesamiento de datos

El procesamiento de datos se realizó de la siguiente manera:

a. Balance iónico

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

Handwritten notes in blue ink: '12/11/17', 'UE', 'x', 'x', 'p', 'DE', 'D', 'PA', 'M', 'C'

¹⁴ Custodio, E., & LLamas, M. R. (1996). Hidrología Subterránea (Segunda Ed). Barcelona, España: Omega.



$$B.I = 100 * \frac{\sum \text{Cationes} - \sum \text{Aniones}}{\sum \text{Cationes} + \sum \text{Aniones}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

b. Selección de la serie analítica

Se seleccionó la serie analítica con la finalidad de describir las propiedades de los componentes hidroquímicos del agua. Los parámetros analizados fueron los siguientes:

- **Parámetros fisicoquímicos:** potencial de hidrógeno, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y bicarbonatos.
- **Parámetros Inorgánicos:** sulfatos y cloruros.
- **Metales totales y metales disueltos:** Al, Ag, Sb, As, Be, Ba, B, Bi, Cd, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Hg, Se, Si, Sn, Sr, Ti y Zn, siendo estos los principales (serie estándar para metales totales y disueltos).

c. Correlación estadística de Pearson

Se determinó el coeficiente de correlación de Pearson mediante el software PAST, considerando las variables (parámetros) que registraron valores superiores al límite de cuantificación y que tuvieron una correlación mayor o igual al 70 % (0,7) para las correlaciones positivas y menor o igual al -70 % (-0,7) para correlaciones inversas, con un nivel de significancia del 5 % (0,05).

d. Diagramas hidroquímicos

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

Diagrama de Stiff

Este diagrama está compuesto por 3 ejes horizontales, cada uno de ellos uniendo un catión y un anión. Todos los cationes se disponen al costado izquierdo del diagrama, y los aniones al derecho. Siempre el Na^+ se confronta con el Cl^- , el Ca^{+2} con el HCO_3^- y el Mg^{+2} con el SO_4^{-2} . Todos los ejes horizontales están a la misma escala (lineal) y las concentraciones están dadas en meq/L. Figura 6-1 a.

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

Diagrama de Piper

En este diagrama se incluyó aniones y cationes en forma simultánea, las aguas geoquímicamente similares quedaron agrupadas en áreas bien definidas (Custodio, 1996)¹⁵.

Está formado por 2 triángulos equiláteros, donde se representan los cationes y aniones mayoritarios. Los vértices del triángulo de cationes son Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+ . Los vértices del triángulo de aniones son SO_4^{-2} , Cl^- y HCO_3^- . Los datos de los

¹⁵ Custodio, E., & LLamas, M. R. (1996). Hidrología Subterránea (Segunda Ed). Barcelona, España: Omega.



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

diagramas triangulares se proyectan en un rombo central en el que se representa la composición del agua deducida a partir de aniones y cationes.

Las concentraciones de los iones en meq/L se expresan como porcentaje con respecto a la suma de aniones y cationes respectivamente. En cada triángulo se reúnen solo 3 aniones y 3 cationes. A cada vértice le corresponde el 100 % de un anión o catión. Figura 6-1 b.

Diagrama de Ficklin

Se empleó la clasificación del diagrama de Ficklin, basada en el pH vs. metales, donde las aguas de drenaje ácido pueden ser clasificadas de acuerdo con el pH y contenido total de metales disueltos. Figura 6-1c.

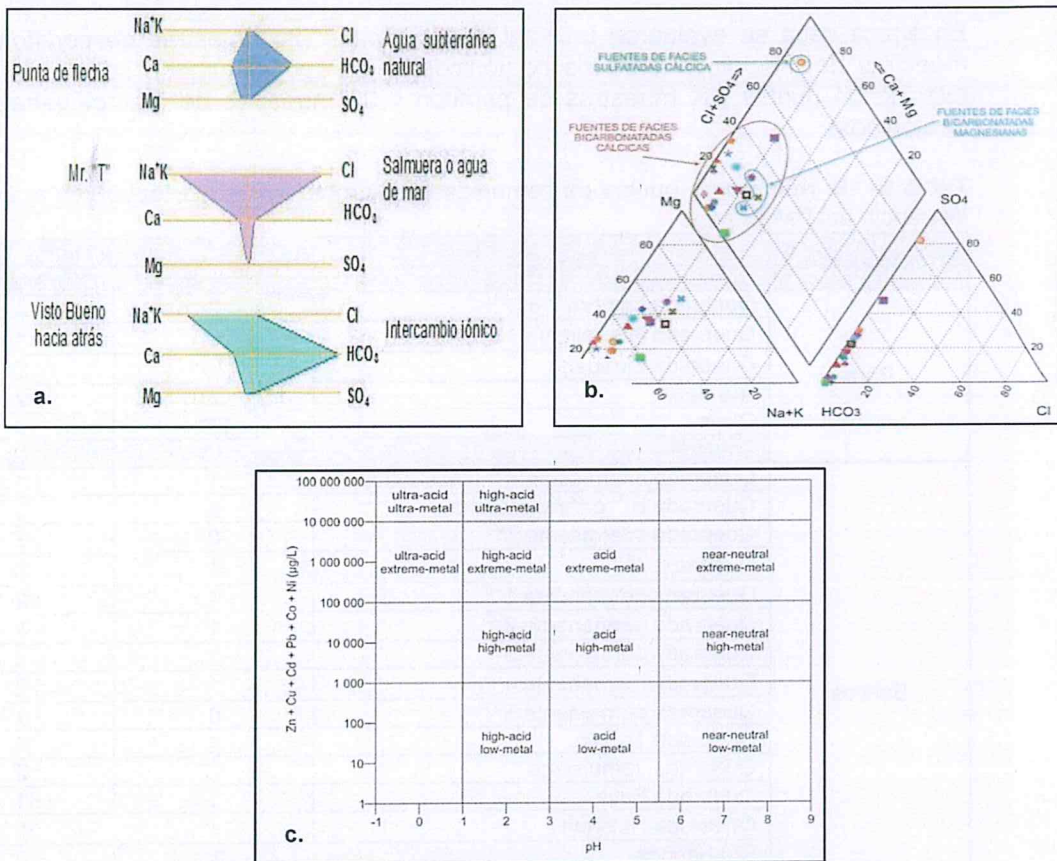


Figura 6- 1. Vista del diagrama de a. Stiff, b. Piper y c. Ficklin

6.8 Comunidades hidrobiológicas

Se detalla la guía y protocolo utilizado, la ubicación de puntos de muestreo, los parámetros y métodos de análisis, los equipos utilizados y el procesamiento de datos de la evaluación de comunidades hidrobiológicas (perifiton y macroinvertebrados bentónicos), realizado en setiembre de 2017 (época seca) y marzo de 2018 (época húmeda).

6.8.1 Guía utilizada para la evaluación

La Tabla 6-17 presenta la guía y el protocolo donde se describen los criterios técnicos y los lineamientos generales para el muestreo de comunidades hidrobiológicas y calidad ecológica de microhábitats.



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

Tabla 6- 17. Guías utilizadas para la evaluación de comunidades hidrobiológicas

Protocolo	Sección	País	Institución	Año
Guía «Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: perifiton, bentos y necton (peces) en aguas continentales del Perú» - MINAM	Todo	Perú	MINAM	2014
Protocolo Simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA-S)	Todo	Ecuador	Laboratorio de Ecología Acuática	2011

6.8.2 Ubicación de puntos de muestreo

El número de puntos evaluados por cuerpo de agua se detalla en la Tabla 6-18 y la ubicación de puntos en cada microcuenca se detalla en la Tabla 6-19 y Tabla 6-20.

En época seca se evaluaron un total de 24 puntos (24 muestras de perifiton y 21 muestras de macroinvertebrados bentónicos) y en época húmeda se evaluaron un total de 34 puntos (34 muestras de perifiton y 29 muestras de macroinvertebrados bentónicos)

Tabla 6- 18. Número de puntos de comunidades hidrobiológicas por época en el área de influencia del PM Sancos

Microcuenca	Cuerpo de agua	Número de puntos	
		Época seca	Época húmeda
Para	Quebrada Lumbre ⁽⁴⁾ o D ⁽¹⁾	3	4
	Quebrada intermitente 11 ⁽²⁾ o C ⁽¹⁾	0	1
	Quebrada Larapage	2	2
	Río Para	2	2
	Otros	3**	0
	Subtotal	10	9
Sancos	Quebrada intermitente 8 ⁽²⁾ o Miskiyacu ⁽³⁾	1	1
	Quebrada B ⁽¹⁾ o Yahuarcocha ⁽³⁾	2	3
	Quebrada intermitente 7 ⁽²⁾	0	2
	Quebrada A ⁽¹⁾	1	3
	Quebrada permanente 1 ⁽²⁾	1	2
	Quebrada permanente 2 ⁽²⁾	1	2
	Quebrada permanente 3 ⁽²⁾	0	2
	Quebrada permanente 4 ⁽²⁾	1	2
	Quebrada permanente 5 ⁽²⁾	0	1
	Quebrada Torpito	1	1
	Quebrada Jarhuisique	1*	2
	Quebrada Futja	1	1
	Quebrada Huishue	1	1
	Río Sancos	2*	2
	Otro	1***	0
Subtotal	14	25	
Total		24	34

*No se colectaron muestras en estos puntos en época húmeda por la inaccesibilidad a estas por las lluvias.

**Estos puntos corresponden al muestreo de perifiton en el cauce por donde discurre el agua de los manantiales Mana1, Mana2 y Mana3, solamente con fines de caracterización.

***Este punto corresponde al muestreo de perifiton y macroinvertebrados bentónicos en el cauce por donde discurre el agua del manantial Mana 11/QYana1, solamente con fines de caracterización.



2
↑
LH
X
AT
P
RE
D
PA
M
O



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

Tabla 6- 19. Ubicación de los puntos para muestreo de comunidades hidrobiológicas en la microcuenca Para

N.º	Cuerpo de agua	Época	Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
Quebradas							
1	Quebrada Lambre o D	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada D o Lambre.
		Húmeda	HID-QdaD-1 _{a,b,c}	617383	8338464	3770	
2		Seca	HID-QSN-16 ^{a,b}	617617	8337896	3666	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada D o Lambre.
		Húmeda	HID-QdaD-2 _{a,b,c}			3664	
3		Seca	HID-QSN-1 ^{a,b}	617673	8336812	3490	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada D o Lambre.
		Húmeda	HID-QdaD-3 _{a,b,c}			3498	
4		Seca	HID-QSN-10 _{a,b}	617603	8334326	3056	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada D o Lambre, antes de la confluencia con la quebrada Larapage.
		Húmeda	HID-QdaD-4 _{a,b,c}			3050	
5	Quebrada intermitente 11 o C	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada C o intermitente 11, en su margen izquierda se encuentra el Anexo de Pueblo Nuevo.
		Húmeda	HID-QdaC-1 ^b	617158	8336538	3498	
6	Quebrada Larapage	Seca	HID-QLapa1 _{a,b}	617994	8336899	3490	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada Larapage.
		Húmeda	HID-QLara1 _{a,b,c}			3488	
7		Seca	HID-QLapa2 _{a,b}	617783	8334284	3049	Punto ubicado en la quebrada Larapage, antes de la confluencia con la quebrada D o Lambre.
		Húmeda	HID-QLara2 _{a,b,c}			3045	
Río							
8	Río Para	Seca	HID-RPara1 _{a,b}	618270	8332894	2818	Punto ubicado en el río Para, aguas arriba del botadero de residuos sólidos de la comunidad campesina de Para.
		Húmeda	HID-RPara1 _{a,b,c}			2836	
9		Seca	HID-RPara2 _{a,b}	618382	8332516	2796	Punto ubicado en el río Para, aguas abajo del botadero de residuos sólidos de la comunidad campesina de Para.
		Húmeda	HID-RPara2 _{a,b,c}			2798	
Otros							
10	Cauce	Seca	HID-Mana1 ^b	618981	8332924	2872	Punto ubicado en el cauce por donde discurre el agua del manantial Mana1.
11		Seca	HID-Mana2 ^b	6186656	8332731	2868	Punto ubicado en el cauce por donde discurre el agua del manantial Mana2.
12		Seca	HID-Mana3 ^b	619888	8334493	3206	Punto ubicado en el cauce por donde discurre el agua del manantial Mana3.

a : Punto donde se realizó muestreo de macroinvertebrados bentónicos.

b : Punto donde se realizó muestreo de perifiton.

c : Punto donde se realizó el intento de captura de peces.



2
 G
 A
 D
 R
 E
 C
 E
 P
 T
 O
 2
 0
 1
 8



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

Tabla 6- 20. Ubicación de los puntos para muestreo de comunidades hidrobiológicas en la microcuenca Sancos

N.º	Cuerpo de agua	Época	Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
Quebradas							
1	Quebrada intermitente 8 o Miskiyacu	Seca	HID-QMisk1 _{a,b}	614509	8333560	2883	Punto ubicado en la quebrada intermitente 8 o Miskiyacu.
		Húmeda	HID-QMisk1 _{a,b}	614559	8333714	2919	
2	Quebrada B o Yahuarcocha	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada B o Yahuarcocha, aproximadamente a 400 m del tajo 02 proyectado.
		Húmeda	HID-QdaB-1 ^b	615015	8335440	3315	
3		Seca	HID-QSN-12 _{a,b}	614441	8334642	3060	Punto ubicado en la quebrada B o Yahuarcocha, aproximadamente a 1350 m del tajo 02 proyectado, aguas abajo de la confluencia con la quebrada intermitente 7.
		Húmeda	HID-QdaB-2 ^b			3068	
4		Seca	HID-QPuch1 _{a,b}	614314	8333898	2891	Punto ubicado en la quebrada B o Yahuarcocha, aproximadamente a 2130 m del tajo 02 proyectado.
		Húmeda	HID-QdaB-3 _{a,b}			2902	
5	Quebrada intermitente 7	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada intermitente 7, afluente de la quebrada B o Yahuarcocha, aproximadamente a 200 m del botadero proyectado.
		Húmeda	HID-QI7-A ^b	614577	8335401	3259	
6		Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada intermitente 7, afluente de la quebrada B o Yahuarcocha, aproximadamente a 650 m del botadero proyectado.
	Húmeda	HID-QI7-B ^b	614560	8335040	3160		
7	Quebrada A	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada A, aproximadamente a 200 m del PAD proyectado.
		Húmeda	HID-QdaA-1 _{a,b}	615304	8337179	3810	
Seca		-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada A, aproximadamente a 800 m del PAD proyectado.	
Húmeda		HID-QdaA-3 _{a,b}	614804	8 337282	3700		
9		Seca	HID-QLamb1 _{a,b}	614312	8337447	3539	Punto ubicado en la quebrada A, aproximadamente a 1300 m del PAD proyectado.
	Húmeda	HID-QdaA-2 _{a,b}	3538				
10	Quebrada permanente 1	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada permanente 1, aproximadamente a 600 m de la poza de mayores eventos proyectada, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	HID-QP1 ^{a,b}	614604	8337684	3637	
11		Seca	HID-QSN-15 _{a,b}	614276	8337562	3544	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada permanente 1, aproximadamente a 1000 m de la poza de mayores eventos proyectada, afluente de la quebrada Chuñuna.
	Húmeda	HID-QP1-A ^{a,b}	3543				



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a large signature and the word 'COMUNIDAD' written vertically.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

N.º	Cuerpo de agua	Época	Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
12	Quebrada permanente 2	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada permanente 2, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	HID-QP2 ^{a,b,c}	615059	8338244	3789	
13	Quebrada permanente 2	Seca	HID-QSN-4 ^{a,b}	614492	8338166	3590	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada permanente 2, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	HID-QP2-A ^{a,b}			3589	
14	Quebrada permanente 3	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada permanente 3, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	HID-QP3 ^{a,b}	614839	8338548	3769	
15	Quebrada permanente 3	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada permanente 3, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	HID-QP3-A ^{a,b}	614408	8338322	3598	
16	Quebrada permanente 4	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada permanente 4, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	HID-QP4 ^{a,b}	614526	8338749	3765	
17	Quebrada permanente 4	Seca	HID-QSN-14 ^{a,b}	614343	8338340	3590	Punto ubicado aguas abajo de la quebrada permanente 4, afluente de la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	HID-QP4-A ^{a,b}			3603	
18	Quebrada permanente 5	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada permanente 5, después de la confluencia entre la quebrada A y la quebrada Chuñuna.
		Húmeda	HID-QP5 ^{a,b}	612877	8337892	3289	
19	Quebrada Torpito	Seca	HID-QChuñ1 ^{a,b}	614277	8339167	3722	Punto ubicado aguas arriba de la quebrada Torpito, afluente de la quebrada Jarhuisique.
		Húmeda	HID-QTorp1 ^{a,b}			3714	
20	Quebrada Jarhuisique	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada Jarhuisique, después de la confluencia con la quebrada permanente 5.
		Húmeda	HID-QJarh1 ^{a,b}	612770	8337830	3279	
21	Quebrada Jarhuisique	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en la quebrada Jarhuisique, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Futja, antes de la captación de agua mediante canal de concreto utilizado para riego de cultivos en Sancos.
		Húmeda	HID-QJarh2 ^{a,b}	612444	8335449	2931	
22	Quebrada Jarhuisique	Seca	HID-QJarh1* ^{a,b}	612137	8334812	2715	Punto ubicado en la quebrada Jarhuisique, a 25 metros aproximadamente del puente de la vía afirmada.
		Húmeda	-	-	-	-	
23	Quebrada Futja	Seca	HID-QFutc1 ^{a,b}	612071	8334790	2717	Punto ubicado en la quebrada Futja, antes de la confluencia con la quebrada Jarhuisique.
		Húmeda	HID-QFutj1 ^{a,b}			2708	
24	Quebrada Huisue	Seca	HID-QHuis1 ^{a,b}	611448	8334517	2794	Punto ubicado en la quebrada Huisue, antes de la confluencia con el río Sancos.
		Húmeda	HID-QHuis1 ^{a,b}	611593	8334510	2752	



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a vertical line and various initials.



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

N.º	Cuerpo de agua	Época	Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción	
				Este (m)	Norte (m)			
Río								
25	Río Sancos	Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en el río Sancos, aproximadamente a 20 m aguas arriba de la descarga de agua residual mediante canal rústico proveniente del distrito de Sancos	
		Húmeda	HID-RSanc0 _{a,b}	612148	8334352	2565		
26		Seca	-	-	-	-	Punto ubicado en el río Sancos, aproximadamente a 20 m aguas abajo de la descarga de agua residual mediante canal rústico proveniente del distrito de Sancos.	
		Húmeda	HID-RSanc1 _{a,b}	612178	8334322	2569		
27		Seca	HID-RSanc1* _{a,b}	612162	8334236	2547	Punto ubicado en el río Sancos, antes de la confluencia con la quebrada Huishue.	
		Húmeda	-	-	-	-		
28		Seca	HID-RSanc2	612194	8334181	2576	Punto ubicado en el río Sancos, después de la confluencia con la quebrada Huishue.	
		Húmeda	-	-	-	-		
Otros								
29		Cauce	Seca	HID-QYana1 _{a,b}	613557	8336347	3333	Punto ubicado en el cauce por donde discurre el agua del manantial Mana11.

a : Punto donde se realizó muestreo de macroinvertebrados bentónicos.

b : Punto donde se realizó muestreo de perifiton.

c : Punto donde se realizó el intento de captura de peces.

6.8.3 Parámetros y métodos de análisis

Las comunidades hidrobiológicas analizadas con sus respectivos métodos de análisis se detallan en la Tabla 6-21.

Tabla 6- 21. Comunidades hidrobiológicas analizadas

N.º	Parámetro	Método de ensayo
Setiembre 2017		
1	Perifiton (microalgas y microorganismos)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10300 C. Item 1 y 2. 22nd Ed. 2012.Periphyton Sample Analysis. Sedgwick-Rafter count. Inverted Microscope Method Counts.
2	Macroinvertebrados bentónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10500 C.1,2, 22nd Ed. 2012 Benthic Macroinvertebrates Sample Processing and Analysis.
Marzo 2018		
1	Perifiton (microalgas y microorganismos)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10300 C. Item 1 y 2. 22nd Ed. 2012.Periphyton Sample Analysis. Sedgwick-Rafter count. Inverted Microscope Method Counts.
2	Macroinvertebrados bentónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10500 C.1,2, 22nd Ed. 2012 Benthic Macroinvertebrates Sample Processing and Analysis.

Fuente:

Informes de ensayo 2017: OEFA (PE008-2018-OEFA/DEAM), NSF Inassa Envirolab S.A.C. (134420-01, 134420-02, 134420-03, 134420-04, 134420-05, 134420-06, 134420-07, 134420-08, 134420-09, 134420-10, 134420-11, 134420-12, 134420-13 y 134420-14, 134420-15, 134420-16, 134420-17, 134420-18, 134420-19, 134420-20 y 134420-21).

Informes de ensayo 2018: PE009-2018-OEFA/DEAM y MIB010-2018-OEFA/DEAM. OEFA.



6.8.4 Equipos utilizados

Los equipos utilizados para el muestreo de comunidades hidrobiológicas fueron una red surber para macroinvertebrados bentónicos y un cepillo con una bandeja para perifiton, entre otros, que se detallan en el Anexo 3 (reportes de campo).

6.8.5 Procesamiento de datos

El criterio de análisis de las comunidades hidrobiológicas se basó en el cálculo de diferentes atributos de la comunidad, tales como composición, riqueza, abundancia, índices de diversidad alfa y beta así como el análisis de componentes principales y análisis de correspondencia canónica.

Los cálculos de todos los análisis se realizaron con el software de código abierto Paleontological Data Analysis Past v3.15.

a. Composición, riqueza y abundancia

La composición se determinó mediante la identificación taxonómica (phylum, clase, orden, familia y especie) de todos los organismos de perifiton (microalgas) y de macroinvertebrados bentónicos registrados en cada punto de muestreo.

La riqueza y la abundancia del perifiton (microalgas) se determinó en base a la categoría taxonómica phylum.

La riqueza y la abundancia de macroinvertebrados bentónicos se determinó en base a la categoría taxonómica orden.

Los resultados de abundancia se analizaron en base al número de organismos de perifiton (microalgas) y macroinvertebrados bentónicos. Para ello se sistematizó los nombres y números de cada especie por cada punto de muestreo y se hizo las gráficas acumuladas por microcuenca.

b. Diversidad alfa

Para la evaluación de diversidad de especies (diversidad alfa) se utilizó el índice de diversidad verdadera (Números de Hill) y el índice de equidad de Pielou.

El índice de diversidad verdadera (Números de Hill), cuyas unidades son números de especies, miden lo que se denomina el número efectivo de especies presentes en una muestra, y son una medida del grado de distribución de las abundancias relativas entre las especies; N1 es el número de las especies abundantes y N2 es el número de las especies muy abundantes en la muestra. Los números de diversidad de Hill se determinan mediante las siguientes ecuaciones:

$$N1 = exp(H')$$
 (Ecuación 7)

Donde:

H' : índice de Shannon - Wiener

$$N2 = 1/DSi$$
 (Ecuación 8)

Donde:

DSi : índice de Simpson



Handwritten notes and signatures in the left margin, including a large blue arrow pointing upwards and various initials.



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

El índice de equidad de Pielou 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 y se determina mediante la siguiente ecuación:

J' = H' / H'max (Ecuación 9)

Donde:

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

c. Diversidad beta

Para la evaluación de diversidad beta se utilizó el coeficiente de similitud de Bray Curtis en base a la similitud de especies entre puntos de muestreo para cada comunidad hidrobiológica y se determina mediante la siguiente ecuación:

IBC = 1 - (Σ xi - yi) / (Σ xi + yi) (Ecuación 10)

Donde:

- IBC : índice de Bray Curtis
Xi : abundancia o densidad de especies i en un conjunto 1
Yi : abundancia de las especies i en otro conjunto

Para facilitar el análisis de los valores de similitud de manera visual, se elaboró dendrogramas mediante la unión de pares promedio, esta gráfica resumió la similitud de las especies entre 2 puntos.

d. Calidad biológica

La calidad biológica de los cuerpos de agua ubicados a más de 2000 m de altitud se estimó de manera referencial a través del índice biótico andino - Andean Biotic Index (ABI) y se obtuvo sumando los valores de sensibilidad de cada familia de macroinvertebrados bentónicos (Tabla 6-22) presente en cada punto de muestreo.

Tabla 6- 22. Puntajes de sensibilidad asignadas a las familias de macroinvertebrados bentónicos para la obtención del índice ABI

Table with 6 columns: Orden / Clase, Familia, Puntaje, Orden / Clase, Familia, Puntaje. Rows include Turbellaria, Hirudinea, Oligochaeta, Gasteropoda, Bivalvia, Amphipoda, Hydracarina, Ephemeroptera, Odonata, and Diptera with their respective families and sensitivity scores.



Handwritten notes and signatures on the left margin, including a vertical arrow and various initials.



«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
Plecoptera	Coenagrionidae	6		Athericidae	10
	Libellulidae	6		Simuliidae	5
	Perlidae	10		Tipulidae	5
	Gripopterygidae	10		Ceratopogonidae	4
Heteroptera	Corixidae	5		Dixidae	4
	Gerridae	5		Dolichopodidae	4
	Naucoridae	5		Empididae	4
	Notonectidae	5		Limoniidae	4
	Veliidae	5		Stratiomyidae	4
Trichoptera	Belostomatidae	4		Tabanidae	4
	Anomalopsychidae	10		Psychodidae	3
	Calamoceratidae	10		Chironomidae	2
	Helicopsychidae	10		Culicidae	2
	Odontoceridae	10		Ephydriidae	2
	Hydrobiosidae	8	Muscidae	2	
	Leptoceridae	8	Syrphidae	1	
	Philopotamidae	8			

*: Las valoraciones presentadas se basan en la categoría taxonómica Orden o Clase.
Fuente: Acosta et al. (2009)

La sumatoria obtenida se comparó con la tabla de «estados de calidad del cuerpo de agua» (Tabla 6-23) propuesta por Acosta *et al.* (2009)¹⁶.

Tabla 6- 23. Estados de la calidad del cuerpo de agua según el ABI

Estado de la calidad	ABI	Color
Muy bueno	>74	Azul
Bueno	45 – 74	Verde
Moderado	27 – 44	Amarillo
Malo	11 – 26	Naranja
Pésimo	<11	Rojo

Se estimó el grado de perturbación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos recategorizando las especies registradas a grupos bioindicadores, definidos referencialmente a partir de la clasificación de familias del índice ABI considerando 3 grupos.

El primer grupo correspondió a las familias sensibles, que presentaron un alto nivel de sensibilidad que están en aguas limpias y bien oxigenadas según las categorías del ABI (entre 8 y 10).

El segundo grupo correspondió a las especies que se agruparon dentro de familias facultativas, que según las condiciones pueden tener un grado intermedio de sensibilidad/tolerancia (entre 4 y 7).

El tercer grupo correspondió a las especies que se agruparon dentro de familias tolerantes, que presentan un bajo nivel de sensibilidad (entre 1 y 3) que viven en ambientes alterados.

e. Calidad ecológica

El protocolo CERA-S da como resultado la calidad ecológica de los cuerpos de agua mediante la combinación de la valoración hidromorfológica y la calidad biológica (macroinvertebrados bentónicos). La base del protocolo es la valoración de la calidad biológica del cuerpo de agua y las características de su entorno y su representación mediante una combinación de colores.

En un tramo entre 50 y 100 m de longitud del punto de muestreo se observó y valoró las siguientes características hidromorfológicas:

¹⁶ Acosta, R.; Ríos, B.; Rieradevall, M. & Prat, N. (2009). Propuesta de un Protocolo de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (C.E.R.A) y su Aplicación a dos Cuencas en Ecuador y Perú. *Limnética*, 28(1): 35-64.



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

- i. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera
- ii. Continuidad de la ribera
- iii. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje
- iv. Presencia de basuras y escombros
- v. Naturalidad del canal fluvial
- vi. Composición del sustrato
- vii. Regímenes de velocidad y profundidad del río
- viii. Elementos de heterogeneidad

Una vez obtenidas las puntuaciones para cada característica hidromorfológica se obtuvo una sumatoria de todas ellas, con la finalidad de tener un solo valor por punto, dichos valores fueron comparados con la escala de la Tabla 6-24.

Tabla 6- 24. Calidad hidromorfológica del cuerpos de agua

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

Se utilizó los datos de calidad biológica y calidad hidromorfológica para obtener la calidad ecológica que resultó combinando las valoraciones de ambas (Tabla 6-25).

Tabla 6- 25. Calidad ecológica del cuerpo de agua

		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

f. **Análisis de componentes principales (ACP)**

Para determinar el gradiente de presiones que afecta a las comunidades perifiton (microalgas) y macroinvertebrados bentónicos se realizó un análisis de componentes principales (ACP) utilizando las variables como los parámetros *in situ*: temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica y las concentraciones de los metales totales.

g. **Análisis de correspondencia canónica (ACC)**

Para determinar la relación entre las variables ambientales del agua y la abundancia relativa de macroinvertebrados bentónicos se realizó el análisis de correspondencia canónica (ACC). Dicho análisis aportó información importante sobre el porcentaje de variabilidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos que puede ser explicado por el efecto de las variables ambientales.

Para el análisis fueron seleccionadas como variables ambientales aquellas especies que presentaron una abundancia relativa (A.R.) ≥ 5 y una frecuencia relativa (F.R.) ≥ 6 en relación con el total de puntos evaluados en el área de influencia del PM Sancos, mientras que las variables ambientales correspondieron a los parámetros de campo y metales totales del ACP el cual explica mayor variabilidad de datos.



Handwritten notes and signatures in blue ink, including the number '2' and various initials.



6.9 Flora

Se detalla la guía utilizada, la ubicación de transectos, los equipos utilizados y el procesamiento de datos de la evaluación de flora en 4 zonas en el área de influencia del PM Sancos realizada el 22 al 29 de marzo de 2018 (en época húmeda).

6.9.1 Guía utilizada para la evaluación

La guía y manual que se utilizaron para la evaluación de flora se detallan en la Tabla 6-26.

Tabla 6- 26. Guías utilizadas para la evaluación de flora

Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Guía de inventario de la flora y vegetación del Ministerio del Ambiente	Todo	Perú	MINAM	Resolución Ministerial N.º 059-2015-MINAM	2015
Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal	Todo	Bolivia	Bolfor	Mostacedo y Fredericksen	2000

6.9.2 Ubicación de transectos

La evaluación de flora consistió en el recorrido de 20 transectos distribuidos en 4 zonas, la ubicación se detalla en la Tabla 6-27.

Tabla 6- 27. Ubicación de transectos para la evaluación de flora

Zona	Descripción	Formación vegetal	Cantidad	Longitud total aproximada * (m)	Transectos							
					Código	UTM WGS 84 Zona 18 L		Coordenada final				
						Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)			
Microcuenca Sancos												
Zona I	Ubicado al oeste del PAD de lixiviación proyectado.	Matorral	4	200	SaFL7	615174	8337293	615218	8337300			
					SaFL8	615106	8337189	615154	8337183			
					SaFL9	614884	8337261	614890	8337217			
					SaFL10	614402	8337392	614441	8337414			
Zona II	Ubicado al sur del botadero proyectado.	Matorral	6	300	SaFL1	614655	8335361	619678	8335398			
					SaFL2	614768	8335300	614794	8335341			
					SaFL3	614526	8335275	614528	8335323			
					SaFL4	615016	8335439	615063	8335432			
					SaFL5	614399	8335345	614371	8335375			
					SaFL6	614500	8335007	614497	8335053			
Zona IV (EF)	Ubicado al norte y noreste del PAD de lixiviación proyectado.	Bosque de <i>Polylepis</i>	3	150	SaFL11	616087	8338160	616117	8338125			
					SaFL12	615773	8338317	615789	8338269			
					SaFL13	615517	8338398	615569	8338397			
		Pajonal mixto	1	50	SaFL15	616362	8337767	616398	8337793			
					Roquedal	2	100	SaFL14	616561	8338002	616528	8338040
								SaFL16	616170	8337474	616201	8337518
Microcuenca Para												
Zona III	Ubicado al oeste del Anexo Pueblo Nuevo	Pajonal mixto	3	150	SaFL20	616332	8336596	616299	8336615			
					SaFL18	616874	8337306	616847	8337336			
					SaFL19	616356	8337092	616313	8337102			
		Matorral	1	50	SaFL17	617199	8337348	617166	8337378			
Total			20	1000								

*La longitud de cada transecto es de 50 m aproximadamente, esta puede ser menor debido a la topografía del terreno.



6.9.3 Equipos utilizados

Se emplearon cámaras fotográficas profesionales y digitales, binoculares, entre otros equipos, los cuales se detallan en el Anexo 3 (reportes de campo).

6.9.4 Procesamiento de datos

El criterio de análisis de la comunidad de flora evaluada se basó en el cálculo de diferentes atributos de la comunidad, tales como composición florística, abundancia relativa, porcentaje de cobertura vegetal, índices de diversidad alfa y beta así como la curva de acumulación y el estado de conservación.

a. Composición florística, abundancia relativa y porcentaje de cobertura vegetal

La composición florística se determinó mediante las identificaciones taxonómicas de las especies basado en el Sistema de Clasificación taxonómica - APG III (Judd *et al.*, 1999) y las claves taxonómicas: Gentry, 1993; Vásquez, 1997; Spichiger *et al.*, 1989, Reynel *et al.*, 2003; Vasquez y Rojas, 2004, además de la comparación con muestras excicatas del Herbario Vargas CUZ.

La abundancia relativa se definió como el número de individuos de una especie con respecto al número de individuos totales en cada zona evaluada.

El porcentaje de cobertura vegetal fue la proporción ocupada de la zona evaluada por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada y sirvió para determinar la dominancia de las especies. Este porcentaje se define de la siguiente manera:

$$\text{Cobertura vegetal} = \frac{\text{N}^\circ \text{ toque por especie}}{\text{N}^\circ \text{ toques totales}} \times 100 \quad (\text{Ecuación 11})$$

b. Diversidad alfa

• Índice de Shannon-Wiener (H)

El índice de Shannon-Wiener mide la diversidad de especies mediante el uso de la teoría de la información. 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. Este índice se define mediante la siguiente ecuación:

$$H = - \sum p_i \text{Log}^2 p_i \quad (\text{Ecuación 12})$$

Donde:

- H : diversidad (bits/individuo)
- Pi : frecuencia de ocurrencia de la especie i
- ΣPi : número total de individuos registrados en el transecto

• Índice de Equidad (E)

El índice de equidad 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. De modo contrario, la dominancia implica que unas



Handwritten notes and symbols in the left margin, including an upward arrow, the number '2', and various initials and symbols.



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

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 observada (H') y diversidad máxima (log2 d). Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$E = \frac{H}{H_{max}} = \frac{H}{\log_2 d} \quad \text{(Ecuación 13)}$$

• **Índice de dominancia de Simpson (1-D)**

El índice de dominancia de Simpson es utilizado para hallar la diversidad de las especies, muestra la probabilidad de que 2 individuos dentro de una comunidad sean de la misma especie al ser tomados al azar. Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2 \quad \text{(Ecuación 14)}$$

Donde:

- D : índice de diversidad de Simpson.
- pi : proporción de individuos del taxón "i" en la comunidad
- s : 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.

c. **Diversidad beta**

• **Índice de Morisita**

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).

Uno de los modelos más utilizados para cuantificar semejanza es el índice de Morisita. Este índice relaciona la riqueza de especies con la abundancia. Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$IM - H = \frac{2 \sum (a_n i x b_n i)}{(d_a + d_b) a_N x b_N} \quad \text{(Ecuación 15)}$$

Donde:

- aN : número de individuos de la comunidad A
- ani : número de individuos de las especies en A
- da : $\sum a_n^2 / aN^2$

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre las zonas evaluadas, hasta 1 cuando las 2 zonas tienen la misma composición y abundancia de especies.



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



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

• **Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS)**

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) 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.

d. **Curva de acumulación (modelo de Clench)**

La curva de acumulación representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las zonas evaluadas, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es por esto que en una gráfica de curva 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 la curva de acumulación es asintótica indica que aunque se aumente el número de zonas evaluadas o de individuos censados (aumento del esfuerzo) no se incrementará el número de especies, por lo que tendremos un buen muestreo (Villarreal *et al.*, 2006)¹⁷.

Para evaluar el muestreo realizado en el área de influencia del PM Sancos 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)¹⁸.

El modelo de Clench se ajusta a una regresión no lineal, con 2 parámetros, usando el algoritmo Quasi-Newton. Se utilizaron los programas EstimateS Win 8.20 y Statistica 7.

e. **Estado de conservación**

• **Especies amenazadas**

Para determinar el estado de las especies amenazadas en el área de influencia del PM Sancos se consideró lo siguiente:

- ✓ La Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018).
- ✓ El Decreto Supremo N.º 043-2006-AG
- ✓ La Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2015)

• **Especies endémicas**

Las especies endémicas son aquellas entidades biológicas que presentan una distribución geográfica restringida en área determinada (León *et al.* 2006) y son un componente importante para la conservación.

Handwritten notes and initials on the left margin:

- ↑
- 1
- HA
- A
- A
- S
- Pe
- RA
- CD
- CY
- 0

¹⁷ Villarreal, H; Álvarez, M; Córdoba, S; Escobar, F; Fagua, G; Gast, F; Mendoza, H; Ospina, M; Umaña, M. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventario de biodiversidad. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, CO. 236 p.

¹⁸ Clench, H. How to make a regional list of butterflies: some thoughts . Journal of the Lepidopteran society, 1979. N° 33, p. 216-231.



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

Para la determinación de las especies endémicas se empleó el libro rojo de las Plantas Endémicas del Perú.

6.10 Fauna

Se presenta la guía utilizada, ubicación de transectos y cámaras trampa para la evaluación de mamíferos, la ubicación de transectos y búsqueda por encuentros visuales (VES) para la evaluación de anfibios y reptiles, los equipos utilizados y el procesamiento de datos de la evaluación anfibios, reptiles y mamíferos realizada del 22 al 29 de marzo de 2018 (época húmeda) en 4 zonas en el área de influencia directa del PM Sancos.

6.10.1 Guía utilizada para la evaluación

La guía utilizada para la evaluación de mamíferos, anfibios y reptiles se detallan en la Tabla 6-28.

Tabla 6- 28. Guía utilizada para la evaluación anfibios, reptiles y mamíferos

Componente	Guía	Sección	País	Institución	Año
Anfibios y reptiles	Guía de inventario de la fauna silvestre	Capítulo 5	Perú	MINAM	2015
Mamíferos		Capítulo 4			

6.10.2 Ubicación de transectos y búsqueda por encuentros visuales (VES) para la evaluación de anfibios y reptiles

La evaluación de anfibios y reptiles consistió en el recorrido de 7 transectos distribuidos en 3 zonas y 34 búsquedas por encuentros visuales (VES) distribuidos en 4 zonas, la ubicación se detalla en la Tabla 6-29 y Tabla 6-30.

Tabla 6- 29. Ubicación de transectos para la evaluación de anfibios y reptiles

Zona	Descripción	Cuerpo de agua asociado	Cantidad	Longitud total* (m)	Transectos				
					Código	UTM WGS 84 Zona 18 L		Coordenada final	
						Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
Microcuenca Sancos									
Zona I	Ubicado al oeste del PAD de lixiviación proyectado.	Quebrada A	3	300	Sa-He-T3	615151	8337197	615049	8337239
					Sa-He-T4	614907	8337274	614802	8337285
					Sa-He-T5	614545	8337340	614443	8337359
Zona II	Ubicado al sur del botadero proyectado.	Quebrada B o Yahuarcocha	1	200	Sa-He-T1	614635	8335118	614670	8335221
					Quebrada intermitente 7	1	Sa-He-T2	614532	8335165
Microcuenca Para									
Zona III	Ubicado al oeste del Anexo Pueblo Nuevo	Quebrada D o Lambre	1	200	Sa-He-T6	617816	8337487	617792	8337392
		Quebrada Larapage	1		Sa-He-T7	617995	8337083	618004	8336978
Total			7	700					

*La longitud de cada transecto es de 100 m aproximadamente, esta puede ser menor debido a la topografía del terreno.



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

Tabla 6- 30. Ubicación de puntos para la búsqueda por encuentros visuales (VES) de anfibios y reptiles

Zona	Descripción	Formación vegetal o cuerpo de agua asociado	Cantidad	Long. total aprox.* (m)	Búsqueda por encuentros visuales							
					Código	UTM WGS 84 Zona 18 L						
						Coordenada inicial		Coordenada final				
Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)									
Microcuenca Sancos												
Zona I	Ubicado al oeste del PAD de lixiviación proyectado.	Matorral	6	235	Sa-He-V11	614692	8337187	614515	8337234			
				123	Sa-He-V24	614829	8337512	614774	8337623			
		Pastizal con matorral		312	Sa-He-V12	615275	8337275	615105	8337262			
		Quebrada permanente 1		152	Sa-He-V23	614920	8337690	614942	8337539			
		Quebrada permanente 2		311	Sa-He-V25	614695	8337696	614384	8337713			
				90	Sa-He-V26	614501	8338165	614591	8338154			
Zona II	Ubicado al sur del botadero proyectado.	Matorral	10	344	Sa-He-V1	614754	8335389	614744	8335297			
				402	Sa-He-V2	614697	8335184	614654	8335073			
				190	Sa-He-V3	614489	8335219	614458	8335316			
				78	Sa-He-V4	614447	8335341	614432	8335418			
				404	Sa-He-V5	615257	8335489	615179	8335382			
				274	Sa-He-V6	614361	8335398	614361	8335595			
				208	Sa-He-V7	614306	8335676	614288	8335795			
				335	Sa-He-V8	614182	8335890	614112	8336165			
				478	Sa-He-V9	614044	8336119	613821	8335960			
				415	Sa-He-V10	613698	8335914	613630	8335723			
Zona IV (EF)	Ubicado al norte y noreste del PAD de lixiviación proyectado.	Bosque de <i>Polylepis</i>	10	325	Sa-He-V13	616147	8338162	616306	8338145			
				411	Sa-He-V21	615894	8338617	616015	8338421			
				227	Sa-He-V22	615972	8338290	615803	8338137			
		Pajonal y bosque de <i>Polylepis</i>		387	Sa-He-V19	616187	8338498	616057	8338610			
		Pajonal y roquedal		574	Sa-He-V14	616350	8338017	616422	8337811			
				409	Sa-He-V15	616571	8337806	616599	8338074			
				346	Sa-He-V16	616492	8338151	616504	8337909			
				457	Sa-He-V17	616555	8337606	616367	8337618			
				353	Sa-He-V18	616267	8337564	616137	8337436			
				554	Sa-He-V20	616017	8338655	615914	8338735			
Microcuenca Para												
Zona III	Ubicado al oeste del Anexo Pueblo Nuevo	Pajonal mixto	8	309	Sa-He-V27	617253	8337303	617128	8337362			
				273	Sa-He-V28	616986	8337336	616908	8337458			
				380	Sa-He-V29	616839	8337463	616582	8337378			
				529	Sa-He-V31	616307	8336677	616584	8336716			
				388	Sa-He-V32	616633	8336600	616706	8336288			
		Pajonal mixto y bosque de <i>Polylepis</i>		521	Sa-He-V30	616299	8337193	616186	8336829			
		Quebrada D o Lambre		154	Sa-He-V33	617706	8337680	617785	8337547			
		Quebrada Larapage		99	Sa-He-V34	617996	8337227	617987	8337128			
		Total			34	11047						



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

6.10.3 Ubicación de transectos y cámaras trampa para la evaluación de mamíferos

La evaluación de mamíferos consistió en el recorrido de 10 transectos distribuidos en 4 zonas y se instaló 10 cámaras trampa distribuidas en 3 zonas durante 25 – 28 días, la ubicación se detalla en la Tabla 6-31 y Tabla 6-32.

Para la instalación de las cámaras trampa primero se buscó los lugares donde se evidenció el paso de animales.

En cuanto a los valores del esfuerzo de muestreo para mamíferos terrestres, estos se expresaron como el número total de trampas de captura viva. El esfuerzo se expresó



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

en trampas-noche (TN), porque las trampas permanecieron activas de un día para otro. (Medina *et al.*, 2012¹⁹)

Tabla 6- 31. Ubicación de transectos para la evaluación de mamíferos

Zona	Descripción	Formación vegetal	Transectos						
			Cantidad	Long. total aproximada(Km)	Código	UTM WGS 84 Zona 18 L			
						Coordenada inicial		Coordenada final	
Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)						
Microcuenca Sancos									
Zona I	Ubicado al oeste del PAD de lixiviación proyectado.	Matorral	2	2,58	SaFaln5	614961	8337278	614275	8337356
				1,20	SaFaln4	615273	8337702	614871	8337421
Zona II	Ubicado al sur del botadero proyectado.	Matorral	3	2,58	SaFaln1	614361	8335398	614876	8335465
				2,17	SaFaln2	614893	8335252	614017	8334879
				1,38	SaFaln3	613848	8335017	614465	8335442
Zona IV (EF)	Ubicado al norte y noroeste del PAD de lixiviación proyectado.	Bosque de <i>Polylepis</i>	2	2,35	SaFaln7	616083	8338164	614790	8337817
		Matorral		3,03	SaFaln6	616135	8338164	616118	8338131
Zona III	Ubicado al oeste del Anexo Pueblo Nuevo	Pajonal mixto	1	2,42	SaFaln10	616488	8337268	616757	8336214
		Matorral		1	1,46	SaFaln9	617283	8337281	616543
Total			10	21,6					

Tabla 6- 32. Ubicación de cámaras trampa para la evaluación de mamíferos

Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18 L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
	Este (m)	Norte (m)		
Microcuenca Sancos				
Zona I				
SFaCT-6	615168	8337226	3784	Cámara ubicada en la margen derecha de la quebrada A, a 240 metros aproximadamente del pad de lixiviación proyectado.
SFaCT-7	615293	8337214	3812	Cámara ubicada en la margen derecha de la quebrada A, a 350 metros aproximadamente del pad de lixiviación proyectado.
SFaCT-8	614619	8337336	3630	Cámara ubicada en la margen izquierda de la quebrada A, a 780 metros aproximadamente del pad de lixiviación proyectado.
Zona II				
SFaCT-1	614516	8335624	3378	Cámara ubicada a 100 metros aproximadamente de la margen derecha de la quebrada intermitente 7 en el área del botadero proyectado.
SfaCT-2	614631	8335816	3386	Cámara ubicada a 43 metros aproximadamente de la margen derecha de la quebrada intermitente 7 en el área del botadero proyectado.
SfaCT-3	614792	8336028	3301	Cámara ubicada a 38 metros aproximadamente de la margen derecha de

19

Medina, C. E.; Zeballos, H. & López, E. (2012). Diversidad de mamíferos en los bosques montanos del valle de Kcosñipata, Cusco, Perú. *Mastozoología Neotropical* 19(1) 85-104.



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

Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18 L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
	Este (m)	Norte (m)		
Microcuenca Sancos				
				la quebrada intermitente 7, cercano a una cueva en roquedal en el área del botadero proyectado.
SfaCT-4	614701	8335846	3379	Cámara ubicada a 10 metros aproximadamente de la margen izquierda de la quebrada intermitente 7 en el área del botadero proyectado.
SfaCT-5	614541	8335398	3269	Cámara ubicada a 27 metros aproximadamente de la margen derecha de la quebrada intermitente 7 en el área del botadero proyectado.
Zona IV (EF)				
SFaCT-9	616617	8338065	4077	Cámara ubicada en un bosque de <i>Polylepis</i> a 480 metros aproximadamente al noreste del pad de lixiviación proyectado.
SFaCT-10	616041	8338079	3962	Cámara ubicada a 130 metros aproximadamente al norte del pad de lixiviación proyectado.



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin, including a vertical arrow and various initials.

6.10.4 Equipos utilizados

Se emplearon cámaras fotográficas profesionales y digitales y cámaras trampa, entre otros equipos, los cuales se detallan en el Anexo 3 (reportes de campo).

6.10.5 Procesamiento de datos

A continuación se detalla el procesamiento de datos para anfibios, reptiles y mamíferos

Anfibios y reptiles

El análisis de la diversidad de anfibios y reptiles se basó en la riqueza y abundancia de las especies.

La identificación taxonómica se realizó mediante la revisión de bibliografía especializada como descripciones de especies para la comparación de caracteres morfológicos (Aguilar C y Valencia N 2005, Barrinuevo JS 2017, Catenazzi A, Vargas V. y Lehr E 2015, De la Riva 2005, De la Riva I, García-París M, Parra-Olea G. 2010, Vellard 1951). También se realizó la revisión de especímenes similares depositados en la colección herpetológica del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y el Departamento de Herpetología del Museo de Historia Nacional de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Con la finalidad de visualizar la relación de los transectos en hábitats acuáticos se hizo un análisis de similaridad basado en distancias euclidianas con un agrupamiento de tipo UPGMA considerando las variables ambientales como oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, temperatura e índice hidromórfológico (IHM).

Finalmente se determinó el estado de conservación según la Unión Internacional de la Naturaleza (IUCN 2018) y del D.S. N.º 004-2014-MINAGRI «Categorización Nacional de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre».



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

Mamíferos

El análisis de mamíferos se basó en los datos cualitativos y los datos cuantitativos, esta información sirvió para determinar la composición y el estado de conservación.

A continuación se describe el análisis realizado para los datos cualitativos y cuantitativos:

a. Datos cualitativos

Los datos cualitativos consideró las evidencias registradas durante los recorridos de los transectos como las observaciones directas, presencia de madrigueras, existencia de huellas, presencia de heces, adicionalmente se consideró las capturas fotográficas de las cámaras trampa, con estos datos se determinó lo siguiente:

- **Índice de ocurrencia (IO)**

El índice de ocurrencia provee una lista de especies confirmadas basadas en las evidencias acumuladas (rastros y entrevistas). Cuando los puntos acumulados de las diferentes evidencias alcanzaron un mínimo de 10 puntos o más, se concluyó que la especie está presente en la zona evaluada. Los valores para cada uno de estos registros están contenidos en la Tabla 6-33.

- **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.

La aplicación del índice de abundancia es el más apropiado cuando no es posible una gran cobertura en un tiempo relativamente corto, donde los valores iguales o superiores a 25 indican mayor actividad de una especie en el área de estudio y valores inferiores a 25 indican 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- 33. Puntaje para diferentes tipos de evidencias

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

- **Coeficiente de similitud de Jaccard**

Este coeficiente expresa el grado en que 2 zonas son semejantes por las especies presentes en ellas, el intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay



Handwritten notes and a vertical list of letters: Z, L, X, P, R, A, P, A, M, O



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

especies compartidas entre ambas zonas, hasta 1 cuando 2 zonas tienen la misma composición de especies, se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c} \tag{Ecuación 16}$$

Donde:

- l_j : índice cualitativo de Jaccard
- a : número de especies presentes en la zona A
- b : número de especies presentes en la zona B
- c : número de especies presentes en ambas zonas A y B

• **Curva de acumulación (modelo de Clench)**

La curva de acumulación representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las zonas evaluadas, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. El modelo de Clench es el más utilizado porque ha demostrado hacer un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales, la ecuación de Clench está recomendada para estudios en lugares de área extensa, se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$S_n = a \times n / (1 + b \times n) \tag{Ecuación 17}$$

Donde:

- S_n : riqueza de especies
- a : es una medida con la que las especies nuevas son encontradas
- b : parámetro relacionado con la forma de la curva
- c : zonas de evaluación

b. **Datos cuantitativos**

Los datos cuantitativos consideró solamente las capturas fotográficas de las cámaras trampa, con estos datos se determinó lo siguiente:

• **Frecuencia de captura**

La frecuencia de captura de cada especie es el número de apariciones del mamífero en las cámaras trampa, cada aparición se contó como un registro independiente. No considera las capturas fotográficas en blanco o las que registraron a personas.

• **Diversidad**

La diversidad se determinó mediante el índice de Shannon Wiener el cual asume que los individuos de las poblaciones proceden de muestras registradas al azar y que las poblaciones son efectivamente infinitas, se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$H = \sum P_i \log_2 P_i$$

$$P_i = \frac{n_i}{N} \tag{Ecuación 18}$$

Donde:

- n_i : número de individuos de la especie i



Vertical handwritten notes and signatures on the left margin, including an arrow pointing up and several illegible signatures.



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

N : número total de individuos de todas las especies
S : número total de especies

c. Estado de conservación

Para determinar el estado de las especies de mamíferos amenazadas en el área de influencia del PM Sancos se consideró lo siguiente:

- ✓ La Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018).
- ✓ El Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI
- ✓ La Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2017)



7. RESULTADOS

Los resultados de agua, aire y ruido fueron comparados con los estándares aprobados en los IGA y con los estándares vigentes, los resultados de metales en muestras de tejido vegetal fueron comparados con la norma referencial Real Decreto 465/2003 de la Unión Europea y los resultados de nivel de fondo fueron comparados referencialmente con el ECA para suelo de uso agrícola aprobado mediante D.S. N.º 011-2017-MINAM.

Los resultados de la caracterización geológica local, caracterización hidroquímica, comunidades hidrobiológicas, flora y fauna no fueron comparados con ninguna norma.

7.1 Resultados de agua, aire y ruido comparados con los estándares aprobados en el IGA

7.1.1 Agua

Los resultados de los parámetros analizados en agua que incumplieron la norma aprobada en el IGA, los ECA agua-2008, Categoría 3 (en adelante Cat. 3) subcategoría riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto (en adelante subcat. R.V.) y bebida de animales (en adelante subcat. B.A.) del D.S. N.º 002-2008-MINAM se agruparon por microcuenca.

El mayor detalle de los resultados de agua se encuentra en el Anexo 4.1 (reporte de resultados).

7.1.1.1 Microcuenca Para

En la Tabla 7-1 se presenta los parámetros que incumplieron los ECA agua-2008 en los ríos, quebradas y manantiales localizados en la microcuenca Para, en un total de 16 puntos de muestreo (10 en época seca y 16 en época húmeda).

Tabla 7- 1. Resumen de parámetros que incumplieron los ECA agua-2008 en la microcuenca Para

N.º	Nombre	Código	Época	D.S. N.º 002-2008-MINAM	
				Categoría 3	
				Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	Bebida de animales
Quebradas					
1	Quebrada D o Lambre	QdaD-1	Seca	s/d	s/d
			Húmeda	pH, sulfatos, aluminio total, cobalto total, hierro total, manganeso total	pH, sulfatos, aluminio total, hierro total, manganeso total
2		QdaD-2	Seca	pH, sulfatos, aluminio total, cobalto total, hierro total,	pH, sulfatos, aluminio total, hierro total, manganeso total



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

N.º	Nombre	Código	Época	D.S. N.º 002-2008-MINAM	
				Categoría 3	
				Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	Bebida de animales
3		QdaD-3	Húmeda	manganeso total pH ,sulfatos, aluminio total, cobalto total, hierro total, manganeso total	pH,sulfatos, aluminio total, hierro total, manganeso total
			Seca	pH,sulfatos, aluminio total, cobalto total, hierro total, manganeso total	pH, aluminio total, hierro total, manganeso total
			Húmeda	pH,sulfatos, aluminio total, cobalto total, hierro total, manganeso total	pH,sulfatos, aluminio total, hierro total, manganeso total
			Seca	pH ,sulfatos, aluminio total, cobalto total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total
			Húmeda	pH ,sulfatos, aluminio total, cobalto total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total
			Seca	s/d	s/d
5	Quebrada intermitente 11 o C	QdaC-1	Húmeda	pH, aluminio total	pH, aluminio total
			Seca	-	-
6	Quebrada Larapage	QLara1	Húmeda	-	-
			Seca	-	-
7		QLara2	Húmeda	-	-
			Seca	-	-
Río					
8	Río Para	RPara1	Húmeda	pH,sulfatos	pH
			Seca	Manganeso total	Manganeso total
9		RPara2	Húmeda	pH,sulfatos	pH
			Seca	Manganeso total	Manganeso total
Manantiales					
10		Mana10	Húmeda	s/d	s/d
			Seca	-	-
11		Mana7	Húmeda	s/d	s/d
			Seca	-	-
12		Mana4	Húmeda	s/d	s/d
			Seca	-	-
13		Mana14	Húmeda	pH ,aluminio total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total
			Seca	s/d	s/d
14		Mana3	Húmeda	Oxígeno disuelto	Oxígeno disuelto
			Seca	Oxígeno disuelto	Oxígeno disuelto
15		Mana1	Húmeda	pH, oxígeno disuelto, sulfatos, aluminio total, arsénico total, hierro total, manganeso total	pH, oxígeno disuelto, aluminio total, arsénico total, hierro total, manganeso total
			Seca	Oxígeno disuelto, sulfatos, arsénico total	Oxígeno disuelto, arsénico total
16		Mana2	Húmeda	Sulfuros	Oxígeno disuelto, sulfuros
			Seca	-	Oxígeno disuelto

(-) No superó ningún parámetro

(s/d) No se muestreó estos puntos debido a la inaccesibilidad provocada por los derrumbes en las trochas

En la Figura 7-1 y Figura 7-2 se presenta esquemas de la calidad del agua en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) respectivamente.



Handwritten notes and signatures in blue ink, including the word 'PARA' and various initials.



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



Handwritten notes in blue ink: 2, 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th

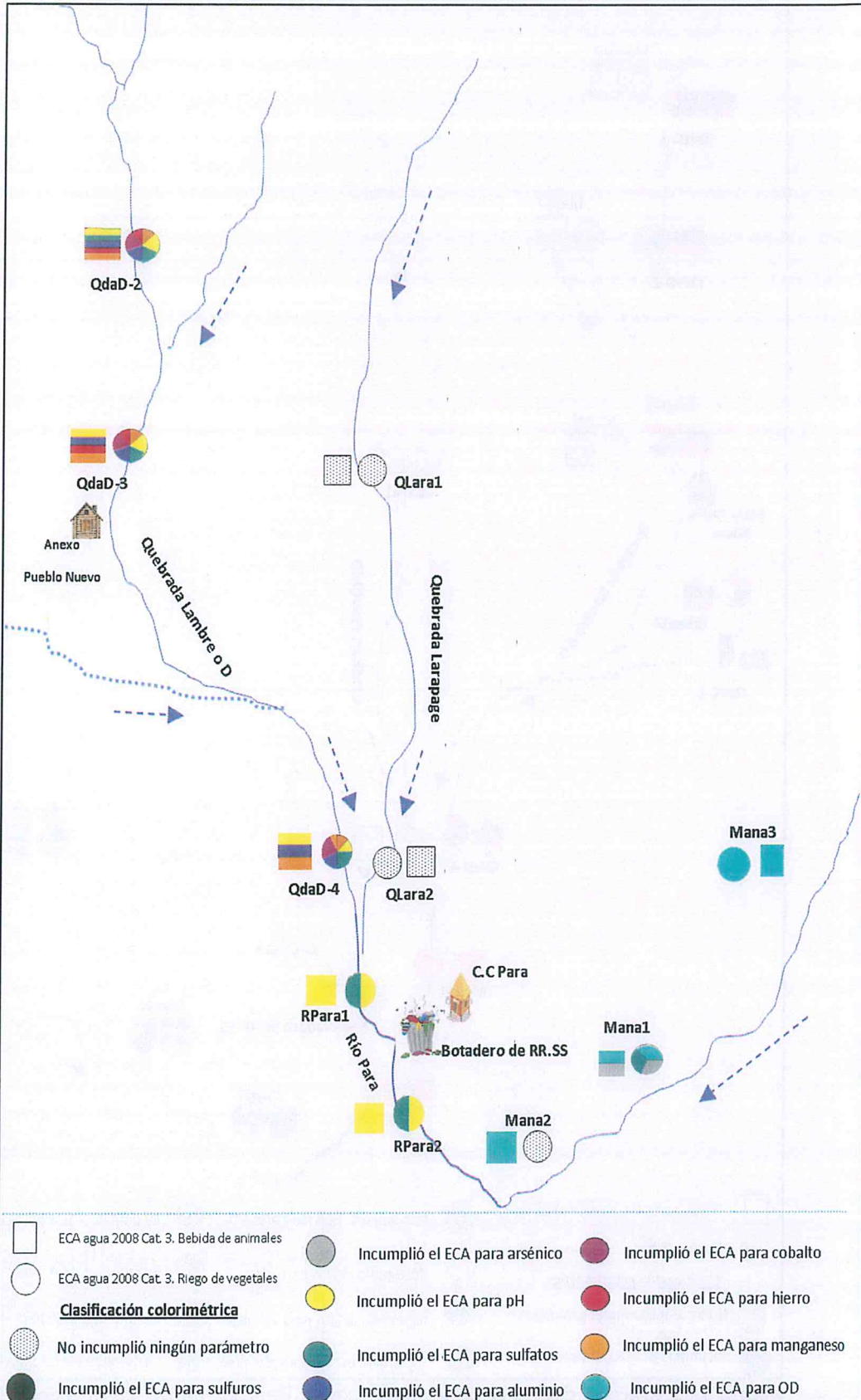


Figura 7- 1. Calidad del agua de la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) comparados con los ECA agua-2008



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

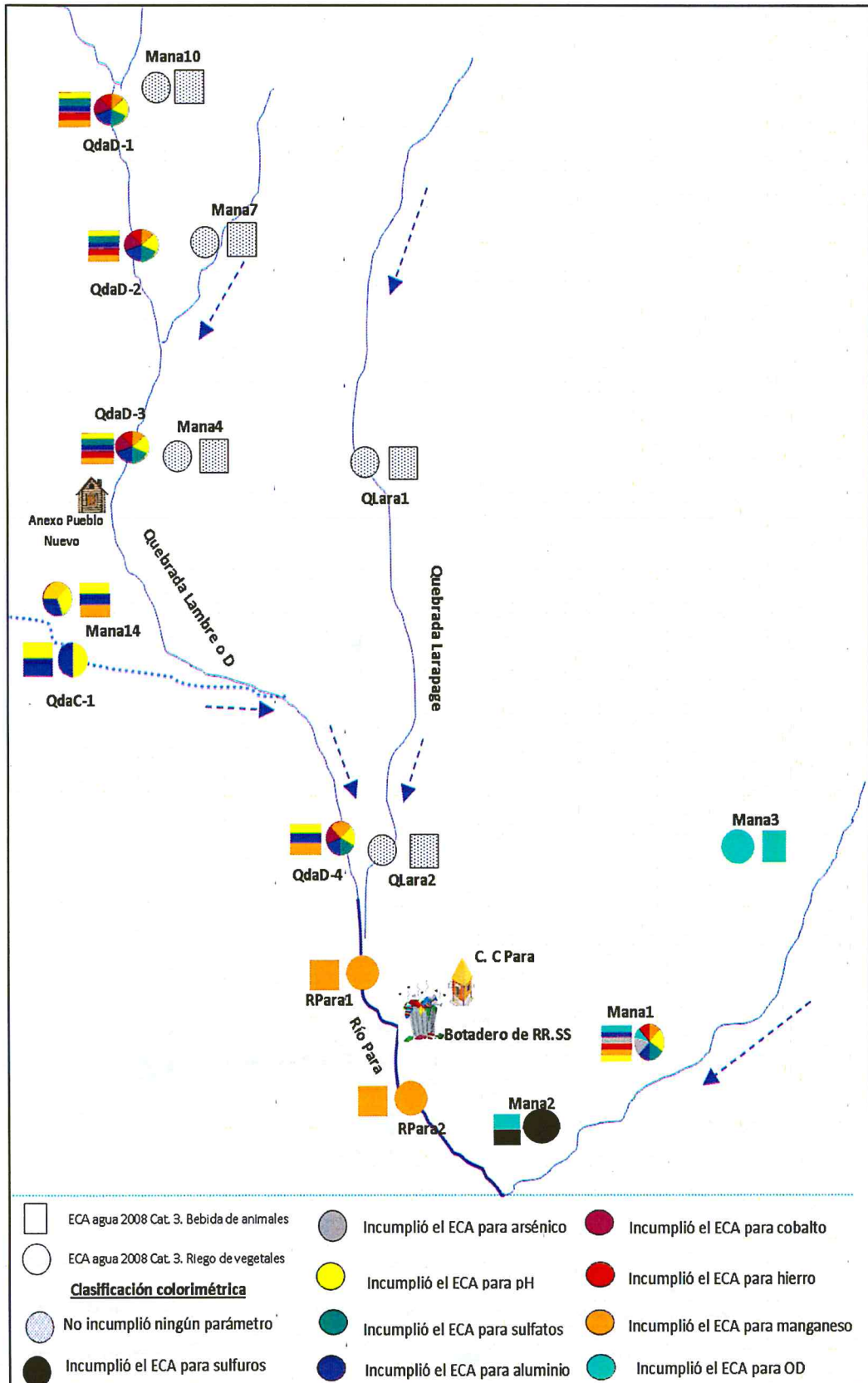


Figura 7- 2. Calidad del agua de la microcuenca Para en marzo 2018 (época húmeda) comparados con los ECA agua-2008



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

El pH en el agua se encontró fuera del rango establecido en los ECA agua-2008, Cat. 3 en el río Para (RPara1 y RPara2), quebradas interminente 11 o C (QdaC-1), Lambre (QdaD-1) y, en manantiales (Mana14, Mana1) en época seca y; en ámbas épocas (húmeda y seca) en la quebrada D o Lambre (DdaD-2, QdaD-3 y QdaD-4). Figura 7-3.

Las concentraciones de oxígeno disuelto en los manantiales Mana3, Mana1 y Mana2 en época seca y húmeda registraron valores que incumplieron los ECA agua-2008, Cat. 3. El manantial Mana2 solo incumplió la subcat. B.A. Figura 7-4.

La concentración de sulfuros en las quebradas y manantiales evaluados en la microcuenca Para estuvieron en ámbas épocas por debajo del límite de detección del laboratorio, a excepción del manantial Mana2 que en época húmeda incumplió los ECA agua-2008, Cat. 3. Figura 7-5.

Las concentraciones de sulfatos en el agua incumplieron los ECA agua-2008, Cat. 3, subcat. R.V durante la época seca en el río Para (RPara1, RPara2), la quebrada D o Lambre (QdaD-3, QdaD-4) y; un manantial (Mana1). Figura 7-6

Las concentraciones de sulfatos en la quebrada D o Lambre también incumplieron las subcat. R.V. y B.A. durante la época húmeda (QdaD-1 y QdaD-3) y; en ámbas épocas (QdaD-2). Figura 7-6

Las concentraciones de aluminio en el agua incumplieron los ECA agua-2008, Cat. 3 en época húmeda en la quebrada intermitente 11 o C (QdaC-1) y manantiales (Mana 14, Mana1). En la quebrada D o Lambre en ámbas épocas (QdaD-2, QdaD-3, QdaD-4) y en época húmeda (QdaD-1) también incumplió la norma precitada. Figura 7-7.

La concentración de arsénico total en el manantial Mana1 incumplió los ECA agua-2008, Cat. 3. Figura 7-8.

Las concentraciones de cobalto en la quebrada D o Lambre en época húmeda (QdaD-1) y en ámbas épocas (QdaD-2, QdaD-3, QdaD-4) incumplieron los ECA agua-2008, Cat. 3, subcat. R.V. Figura 7-9.

Las concentraciones de hierro en el agua incumplieron los ECA agua -2008, Cat. 3 en época húmeda en el manantial Mana1. Las concentraciones de hierro en la quebrada D o Lambre también incumplieron en ámbas épocas (QdaD-2, QdaD-3) y en época húmeda (QdaD-1) la norma referida. Figura 7-10.

Las concentraciones de manganeso en el agua incumplieron los ECA agua-2008 Cat. 3 en época húmeda en el río Para (RPara1, PRara2) y los manantiales Mana14 y Mana1; la quebrada D o Lambre en ámbas épocas (QdaD-2, QdaD-3, QdaD-4) y en época húmeda (QdaD-1). Figura 7-11.



Handwritten notes on the left margin: 2, H, x, H, R, PE, A, RA, M, O



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

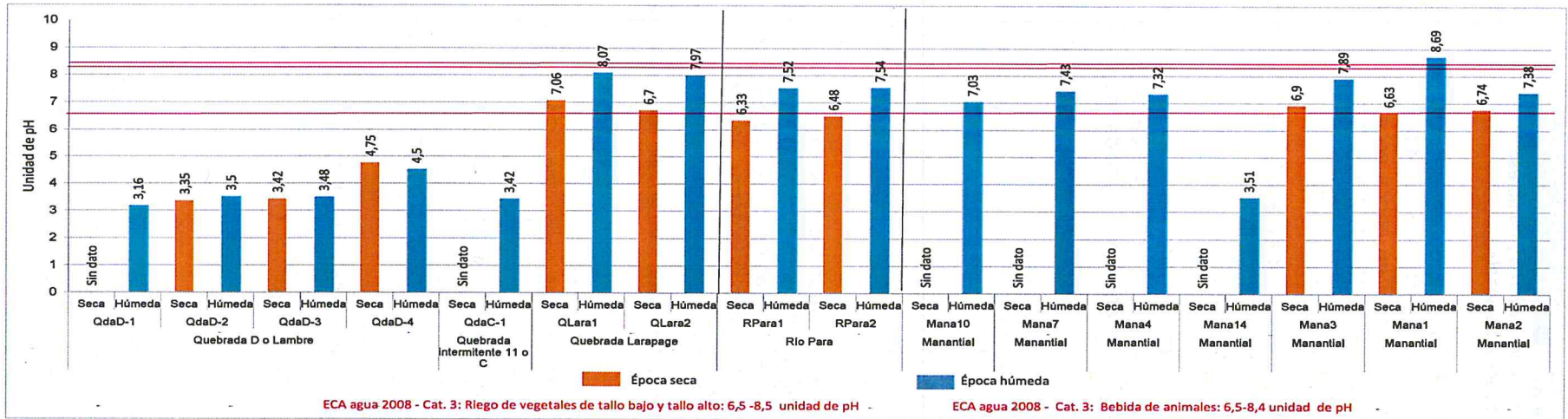


Figura 7- 3. Potencial de hidrógeno en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

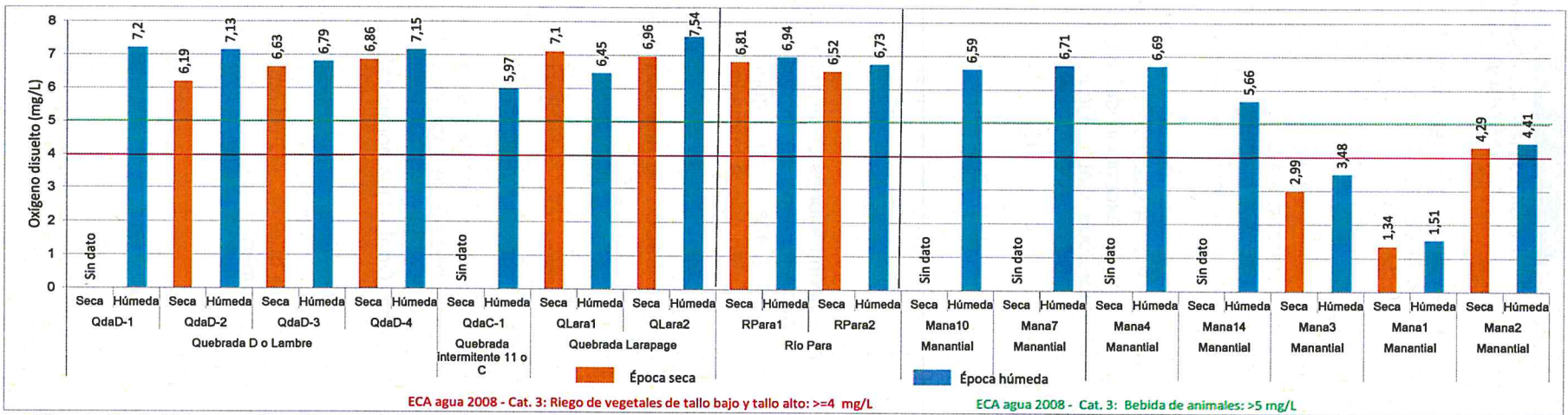


Figura 7- 4. Oxígeno disuelto en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



Handwritten notes and signatures on the left margin, including the number '2' and various initials.



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

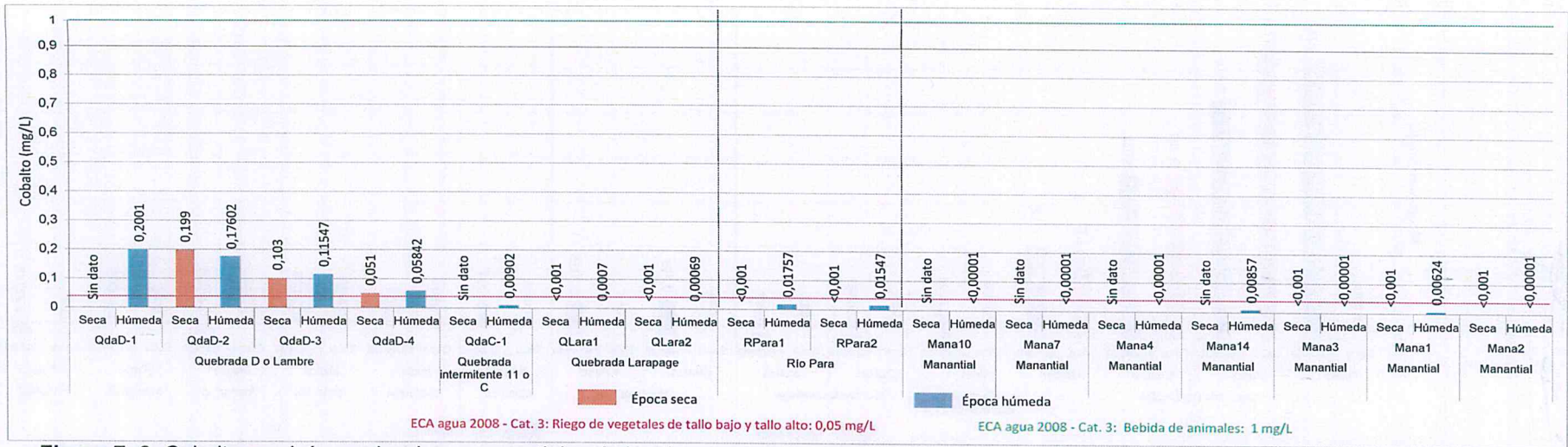


Figura 7- 9. Cobalto en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

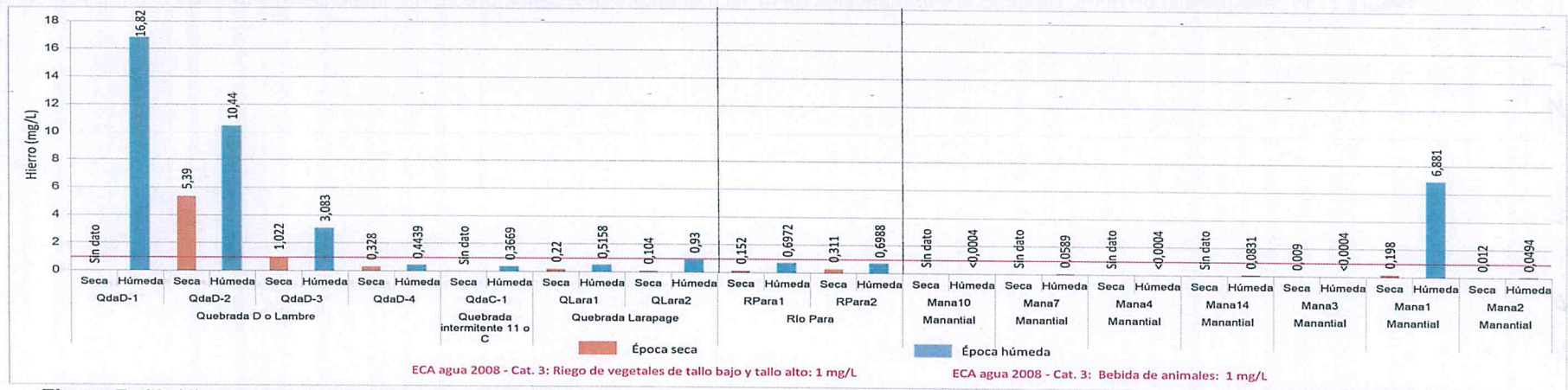


Figura 7- 10. Hierro en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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



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

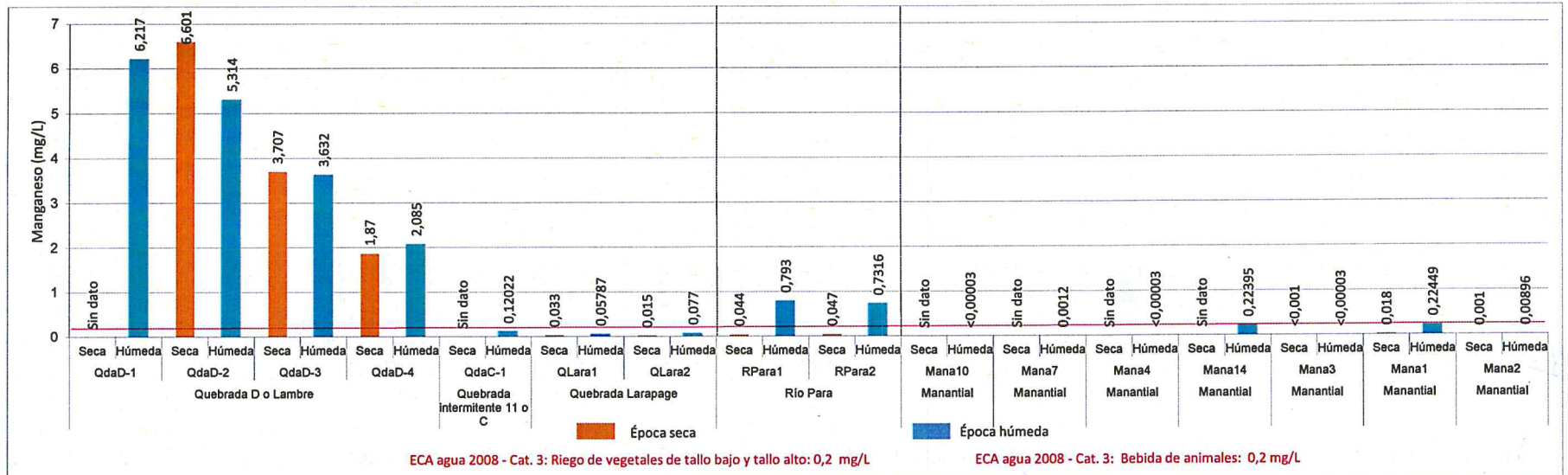


Figura 7- 11. Manganese en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



21

W
A
A
P
D
P
N
O



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



Handwritten notes and signatures on the left margin.

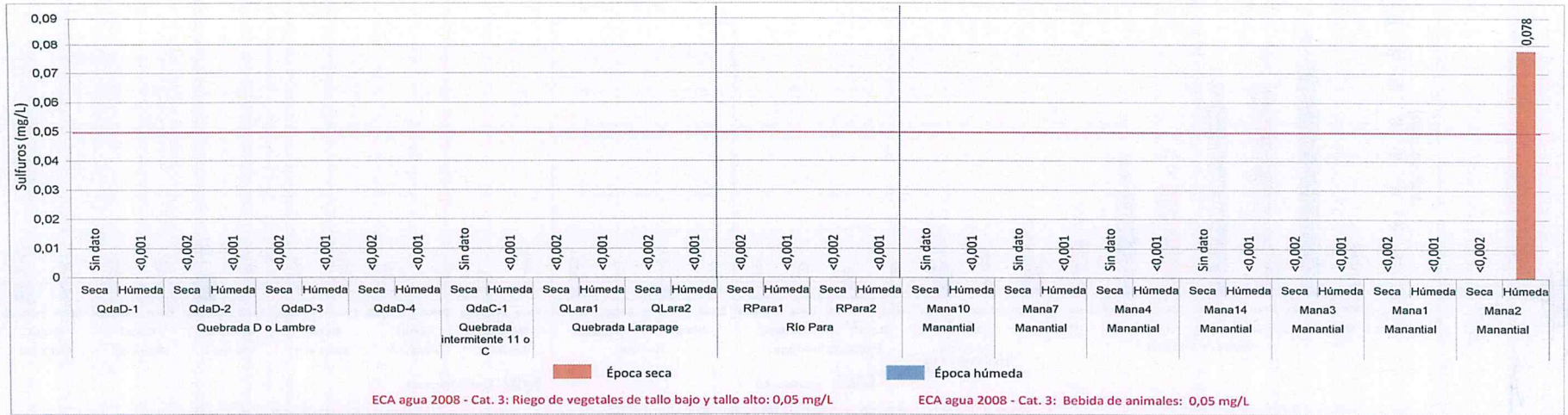


Figura 7- 5. Sulfuros en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

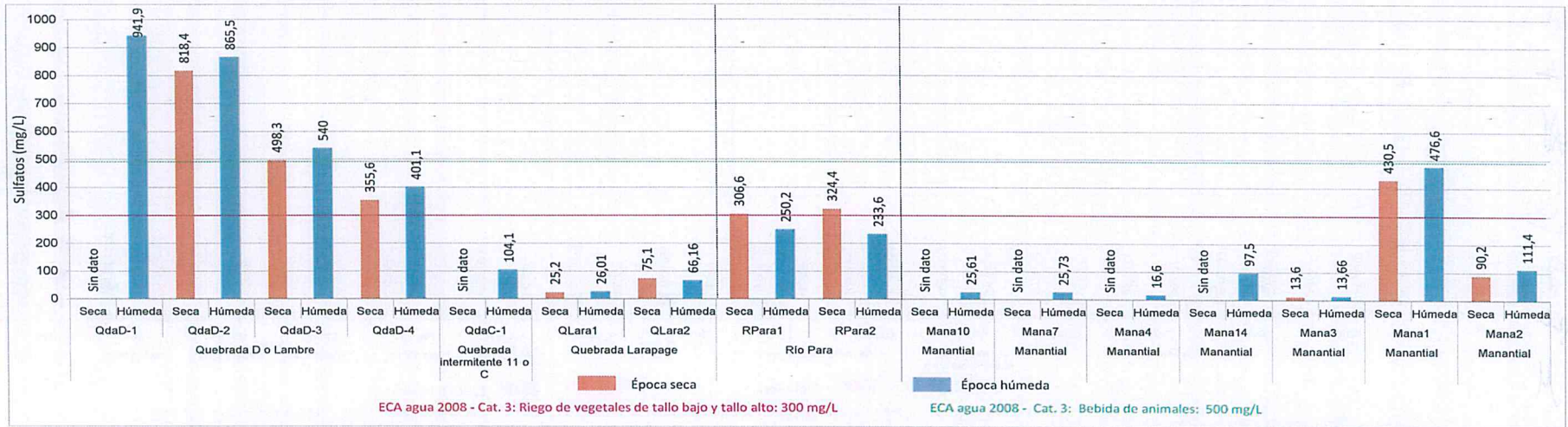


Figura 7- 6. Sulfatos en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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



Figura 7- 7. Aluminio en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

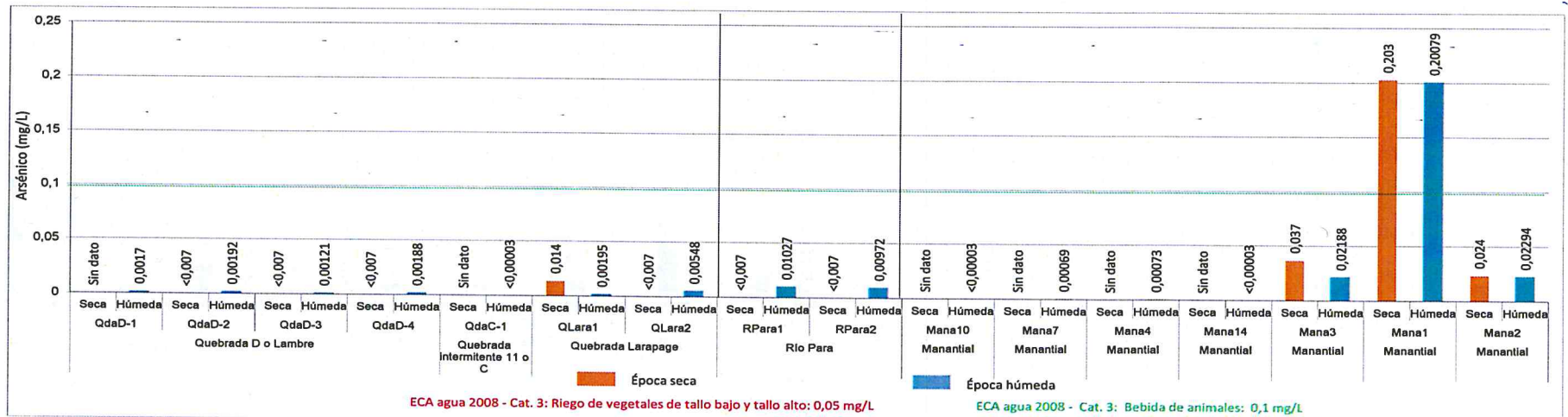


Figura 7- 8. Arsénico en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



7.1.1.2 Microcuenca Sancos

En la Tabla 7-2 se presenta los parámetros que incumplieron los ECA agua-2008 en los ríos, quebradas y manantiales localizados en la microcuenca Sancos, en un total de 36 puntos de muestreo (14 en época seca y 33 en época húmeda).

Se precisa que de los 14 puntos en época seca, 3 no se evaluaron en época húmeda debido a la inaccesibilidad por lluvias.

Tabla 7- 2. Resumen de parámetros que incumplieron los ECA agua-2008 en la microcuenca Sancos

N.º	Nombre	Código	Época	D.S. N.º 002-2008-MINAM		
				Categoría 3		
				Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	Bebida de animales	
Quebradas						
1	Quebrada Miskiyacu	QMisk1	Seca	pH,manganeso total	pH, manganeso total	
			Húmeda	-	-	
2	Quebrada B o Yahuarcocha	QdaB-1	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	pH	pH	
3		QdaB-2	Seca	pH , aluminio total, hierro total, manganeso total	pH,aluminio total, hierro total, manganeso total	
			Húmeda	pH , aluminio total, hierro total, manganeso total	pH,aluminio total, hierro total, manganeso total	
4		QdaB-3	Seca	pH,aluminio total, hierro total, manganeso total	pH,aluminio total, hierro total, manganeso total	
			Húmeda	pH, aluminio total, manganeso total	pH,aluminio total, manganeso total	
5	Quebrada intermitente 7	QI7-A	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	pH, aluminio total, hierro total, manganeso total	pH, aluminio total, hierro total, manganeso total	
6		QI7-C	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	pH, aluminio total, hierro total, manganeso total	pH, aluminio total, hierro total, manganeso total	
7		QI7-B	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	pH, aluminio total, hierro total, manganeso total	pH, aluminio total, hierro total, manganeso total	
8	Quebrada A	QdaA-1	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	-	-	
9		QdaA-3	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	-	-	
10		QdaA-2	Seca	pH	pH	
			Húmeda	-	-	
11	Quebrada permanente 1	QP1	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	-	-	
12		QP1-A	Seca	pH, hierro total	pH,hierro total	
			Húmeda	-	-	
13		Quebrada permanente 2	QP2	Seca	s/d	s/d
				Húmeda	-	-
14	QP2-A	Seca	pH	pH		
		Húmeda	-	-		
15	Quebrada permanente 3	QP3	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	-	-	
16		QP3-A	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	-	-	
17		Quebrada permanente 4	QP4	Seca	s/d	s/d
				Húmeda	pH, manganeso total	pH, manganeso total
18	QP4-A	Seca	pH, manganeso total	pH, manganeso total		
		Húmeda	pH, manganeso total	pH, manganeso total		
19	Quebrada	QP5	Seca	s/d	s/d	



2
 H
 A
 R
 P
 A
 M
 G



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

N.º	Nombre	Código	Época	D.S. N.º 002-2008-MINAM		
				Categoría 3		
				Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	Bebida de animales	
	permanente 5		Húmeda	-	-	
20	Quebrada Torpito	QTorp1	Seca	pH, sulfatos, aluminio total, hierro total, manganeso total	pH, aluminio total, hierro total, manganeso total	
			Húmeda	pH, sulfatos, aluminio total, hierro total, manganeso total	pH, aluminio total, hierro total, manganeso total	
21	Quebrada Jarhuisique	QJarh1	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	pH, aluminio total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total	
QJarh2		Seca	Sin dato	Sin dato		
		Húmeda	Sulfatos, manganeso total	Manganeso total		
23	QJarh1*	Seca	pH, sulfatos, calcio total, manganeso total	pH, sulfatos, manganeso total		
		Húmeda	s/d	s/d		
24	Quebrada Futja	QFutj1	Seca	pH, sulfatos	pH	
			Húmeda	Sulfatos	-	
25	Quebrada Huishue	QHuis1	Seca	pH	pH	
			Húmeda	Sulfatos	-	
Río						
26	Río Sancos	RSanc0	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	Sulfatos, manganeso total	manganeso total	
27		RSanc1	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	Sulfatos, manganeso total	manganeso total	
28		RSanc1*	Seca	pH, sulfatos, manganeso total	pH, sulfatos, manganeso total	
			Húmeda	s/d	s/d	
29		RSanc2	Seca	pH, sulfatos, manganeso total	pH, sulfatos, manganeso total	
			Húmeda	s/d	s/d	
Manantiales						
30		-	Mana6	Seca	s/d	s/d
	Húmeda			pH, oxígeno disuelto, aluminio total, arsénico total, hierro total, manganeso total	pH, oxígeno disuelto, aluminio total, arsénico total, hierro total, manganeso total	
31	Mana8		Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	pH	pH, oxígeno disuelto	
32	Mana5		Seca	Sin dato	Sin dato	
			Húmeda	pH, cromo hexavalente	pH, cromo hexavalente	
33	Mana12		Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	-	-	
34	Mana9		Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	pH, sulfatos, aluminio total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total	
35	Mana11		Seca	pH, aluminio total, hierro total	pH, aluminio total, hierro total	
			Húmeda	pH, aluminio total	pH, aluminio total	
36	Mana13		Seca	s/d	s/d	
		Húmeda	-	-		

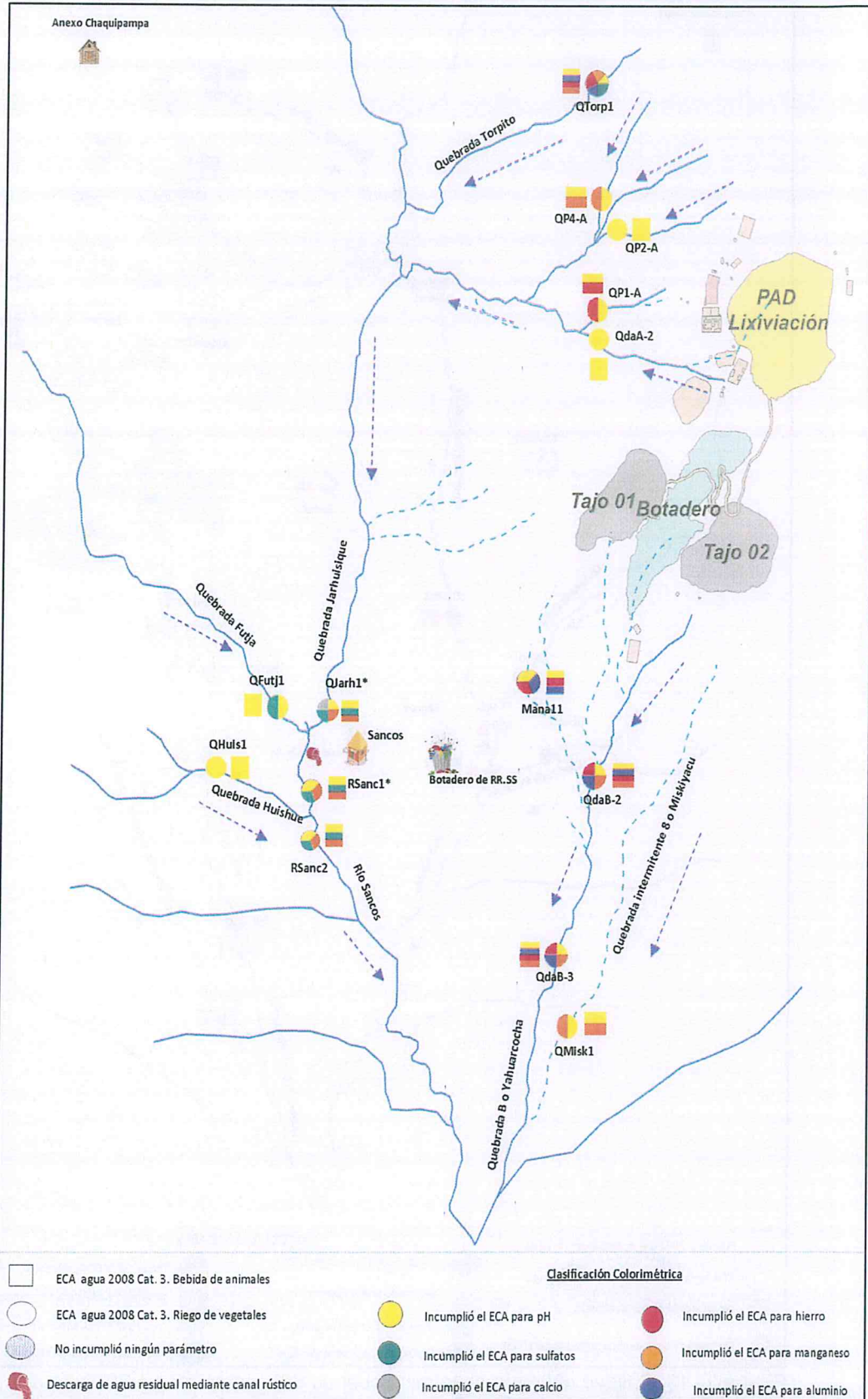
(-) No superó ningún parámetro

(s/d) No se muestreó estos puntos debido a la inaccesibilidad provocada por los derrumbes en las trochas

En la Figura 7-12 y Figura 7-13 se presenta esquemas de la calidad del agua en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) respectivamente.



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



Handwritten notes and signatures in blue ink, including the number '21' and several illegible signatures.

Figura 7- 12. Calidad del agua de la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) comparados con los ECA agua-2008



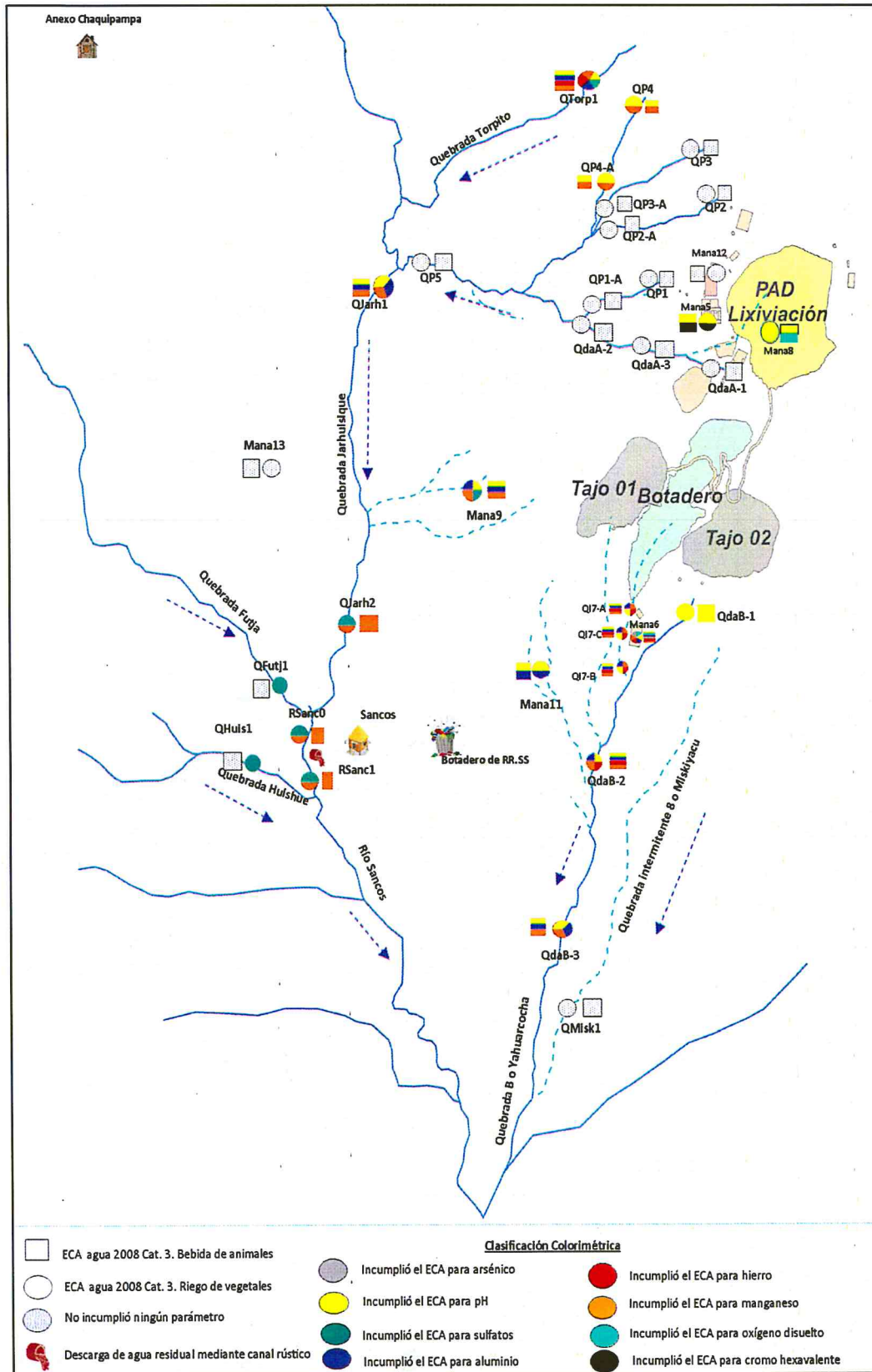
PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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



Handwritten signature and initials in blue ink.

Figura 7- 13. Calidad del agua de la microcuenca Sancos en marzo 2018 (época húmeda) comparados con los ECA agua-2008



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

En las figuras 7-14 y 7-15 se observa que el valor de pH en el agua se encontró fuera del rango establecido en los ECA agua-2008, Cat. 3 en:

-Época seca en las quebradas intermitente 8 o Miskiyacu (QMisk1), A (QdaA-2), permanente 1(QP1-A), permanente 2 (QP2-A), Jarhuisique (QJarh1*), Futja (QFutj1), Huishue (QHuis1) y en el río Sancos (RSanc1*, RSanc2).

-Época húmeda en las quebradas B o Yahuarcocha (QdaB-1), intermitente 7 (QI7-A, QI7-C y QI7-B), permanente 4 (QP4), Jarhuisique (QJarh1) y en los manantiales Mana6, Mana8, Mana5, Mana9.

-Ámbas épocas (seca y húmeda) en las quebradas B o Yahuarcocha (QdaB-2, QdaB-3), permanente 4 (QP4-A), Torpito (QTorp1) y en el manantial Mana11.

En las figuras 7-16 y 7-17 se observa que el oxígeno disuelto en el agua incumplieron los ECA agua-2008, Cat. 3, subcat. B.A. en época seca en la quebrada intermitente 8 o Miskiyacu (QMisk1) y, en época húmeda en los manantiales Mana6 y Mana8; incumpliendo también la subcat. R.V. el manantial Mana6.

En las figuras 7-18 y 7-19 se observa que las concentraciones de sulfatos en el agua incumplieron los ECA agua-2008, Cat. 3, subcat. R.V y B.A en época seca en la quebrada Jarhuisique (QJarh1*) y en el río Sancos (RSanc1*, RSanc2). Incumplió solo la subcat. B.A en época húmeda en las quebradas Jarhuisique (QJarh2) y Huishue (QHuis1), en el río Sancos (RSanc0, RSanc1) y en el manantial Mana9 y; en ambas épocas en las quebradas Torpito (QTorp1) y Futja (QFutj1).

En las figuras 7-20 y 7-21 se observa que las concentraciones de aluminio en el agua incumplieron los ECA agua-2008, Cat. 3 en época húmeda en las quebradas intermitente 7 (QI7-A, QI7-C, QI7-B), Jarhuisique (QJarh1) y manantiales (Mana6 y Mana9) y; en ambas épocas (seca y húmeda) en las quebradas B o Yahuarcocha (QdaB-2, QdaB-3), Torpito (QTorp1) y en un manantial (Mana11).

En las figuras 7-22 y 7-23 se observa que en el agua las concentraciones de arsénico solo en la época húmeda en el manantial Mana6 incumplió lo establecido en los ECA agua-2008, Cat. 3.

En las figuras 7-24 y 7-25 se observa que las concentraciones de hierro en el agua incumplieron los ECA agua-2008 Cat. 3 en época seca en las quebradas B o Yahuarcocha (QdaB-3), permanente 1 (QP1-A) y en un manantial (Mana11); en época húmeda en las quebradas intermitente 7 (QI7-A, QI7-B, QI7-C) y un manantial (Mana6) y; en ambas épocas en las quebradas B o Yahuarcocha (QdaB-2) y Torpito (QTorp1).

En las figuras 7-26 y 7-27 se observa que las concentraciones de manganeso en el agua incumplieron los ECA agua-2008 Cat. 3 en época seca en las quebradas intermitente 8 o Miskiyacu (QMisk1) y Jarhuisique(QJarh1*), en el río Sancos (RSanc1*, RSanc2); en época húmeda en las quebradas intermitente 7 (QI7-A, QI7-B, QI7-C) y Jarhuisique (QJarh1, QJarh2), en el río Sancos (RSanc0, RSanc1) y en manantiales (Mana6, Mana9) y; en ambas épocas en las quebrada B o Yahuarcocha (QdaB-2, QdaB-3), permanente 4 (QP4-A) y Torpito (QTorp1).

En las figuras 7-28 y 7-29 se observa que las concentraciones de calcio en el agua de la quebrada Jarhuisique (QJarh1*) en época seca incumplió los ECA agua-2008 Cat. 3, subcat. R.V. En la Figura 7-30 se observa que las concentraciones de cromo hexavalente en el agua de un manantial (Mana5) en época húmeda incumplió los ECA agua-2008 Cat. Las concentraciones de los demás puntos evaluados, en ambas épocas, se encontraron por debajo del límite de detección del laboratorio.



Handwritten notes and signatures in the left margin, including a vertical list of initials and a date '2014'.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

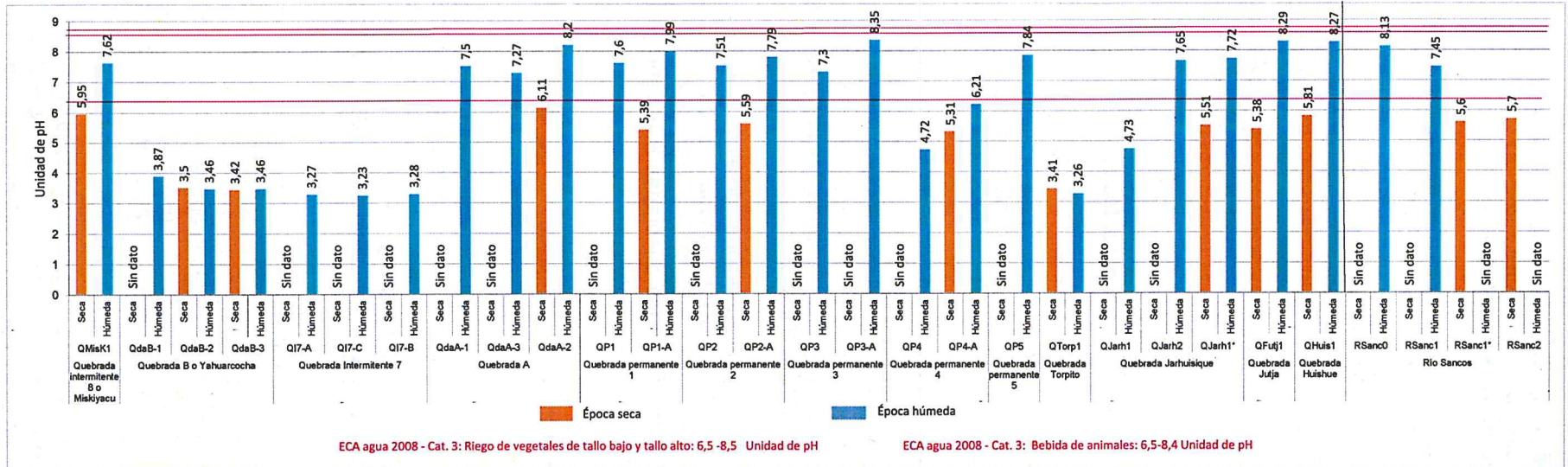


Figura 7- 14. Potencial de hidrógeno en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

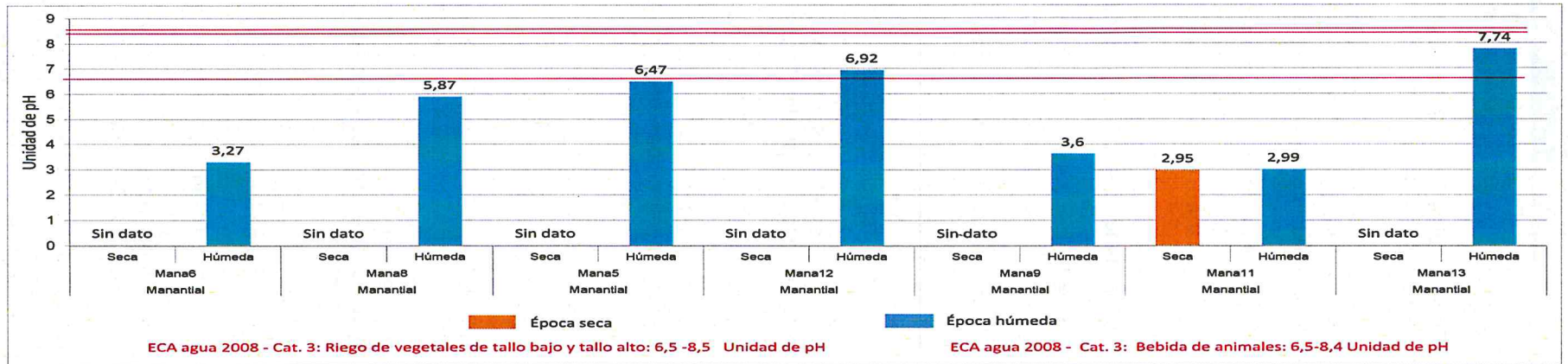


Figura 7- 15. Potencial de hidrógeno en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



Handwritten notes and signatures on the left margin.



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

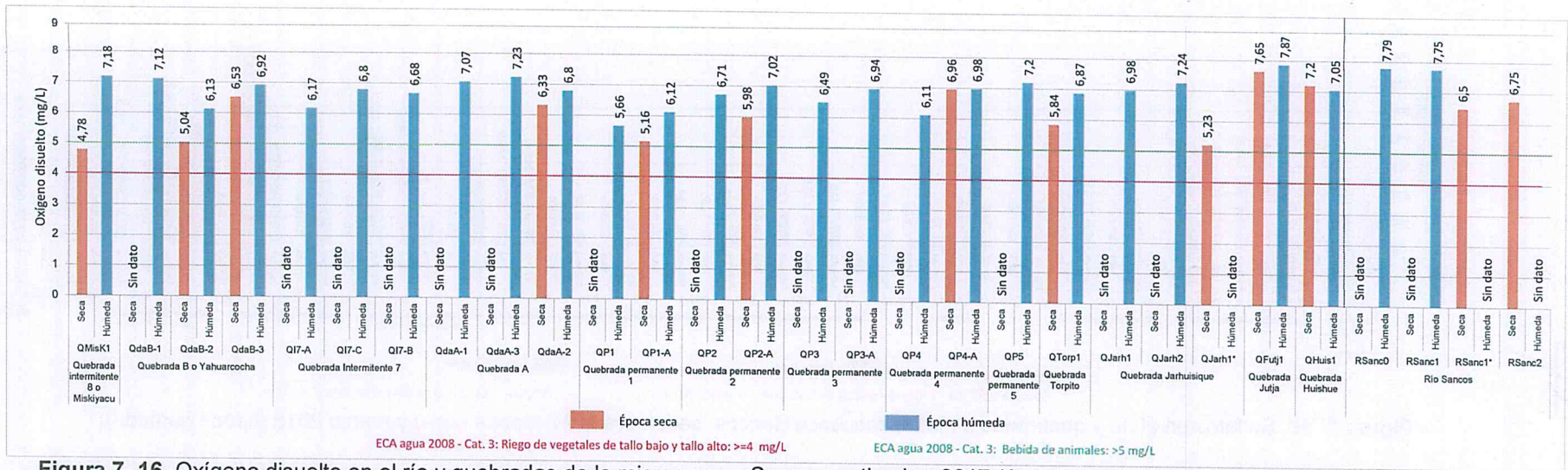


Figura 7-16. Oxígeno disuelto en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

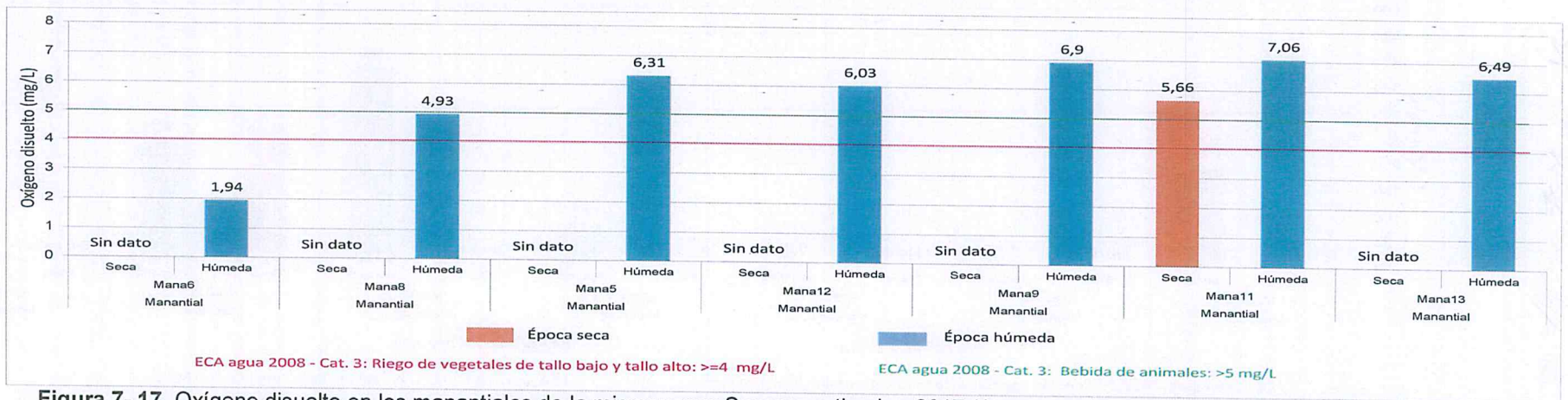


Figura 7-17. Oxígeno disuelto en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



Handwritten notes and signatures on the left margin, including a large arrow pointing upwards and the word 'DRA' written vertically.



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

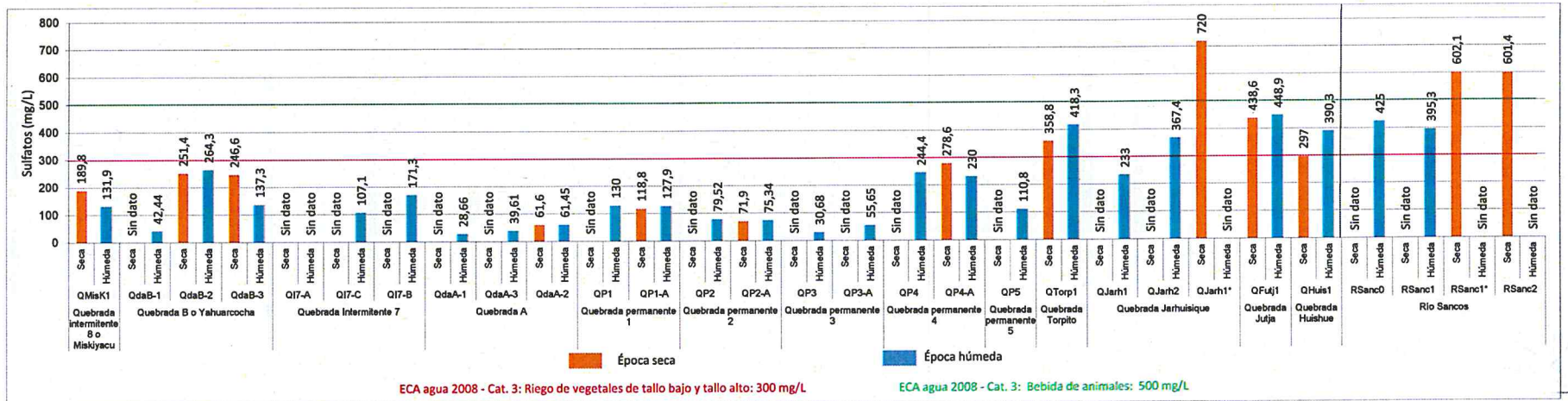


Figura 7- 18. Sulfatos en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

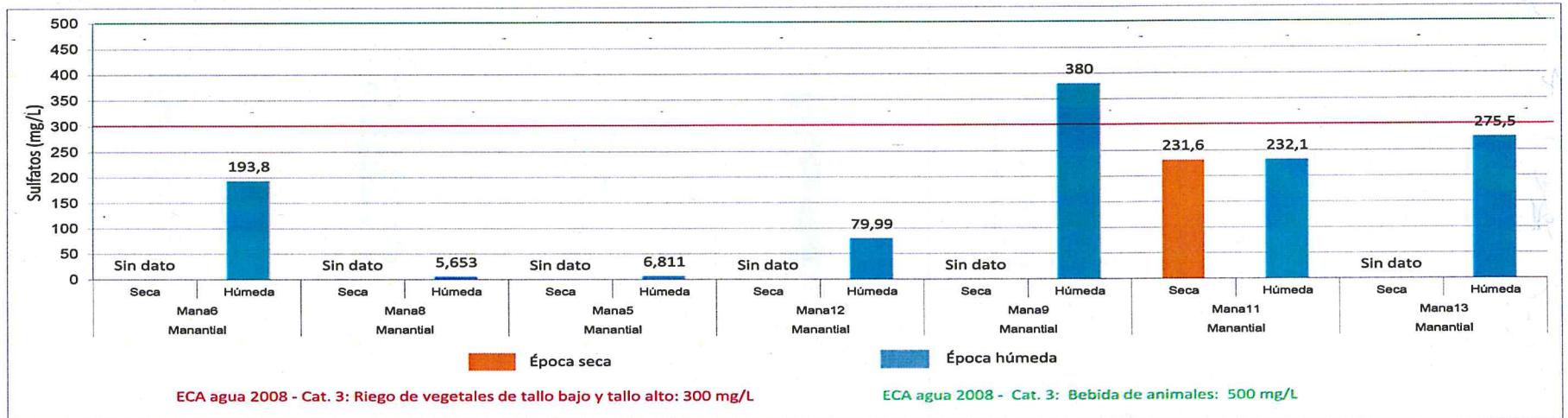


Figura 7- 19. Sulfatos en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

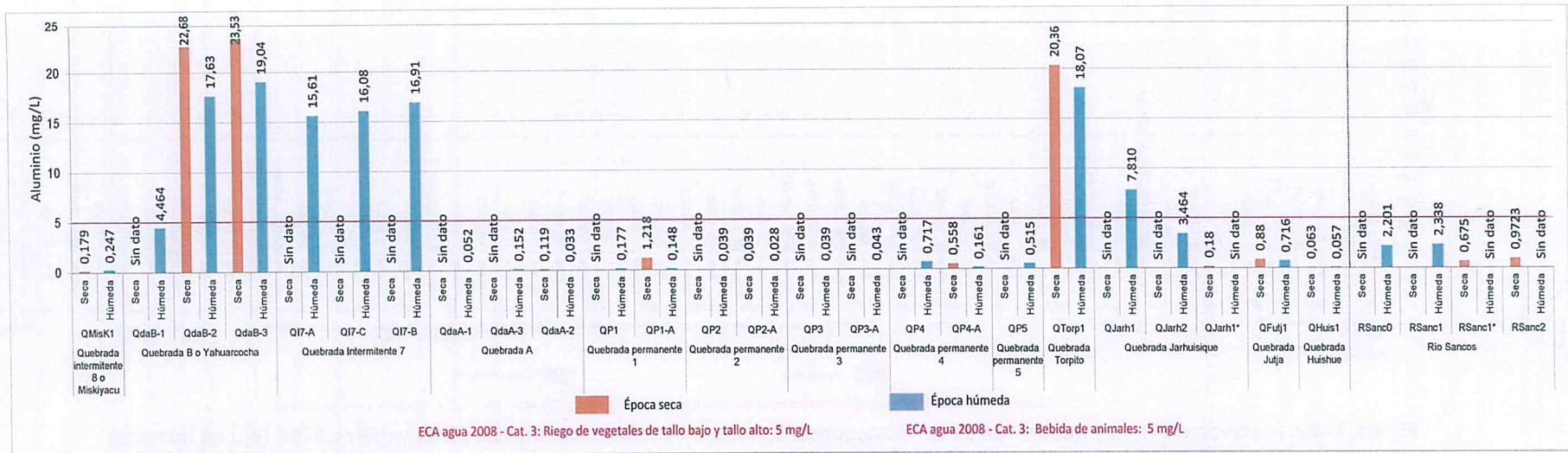


Figura 7- 20. Aluminio en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

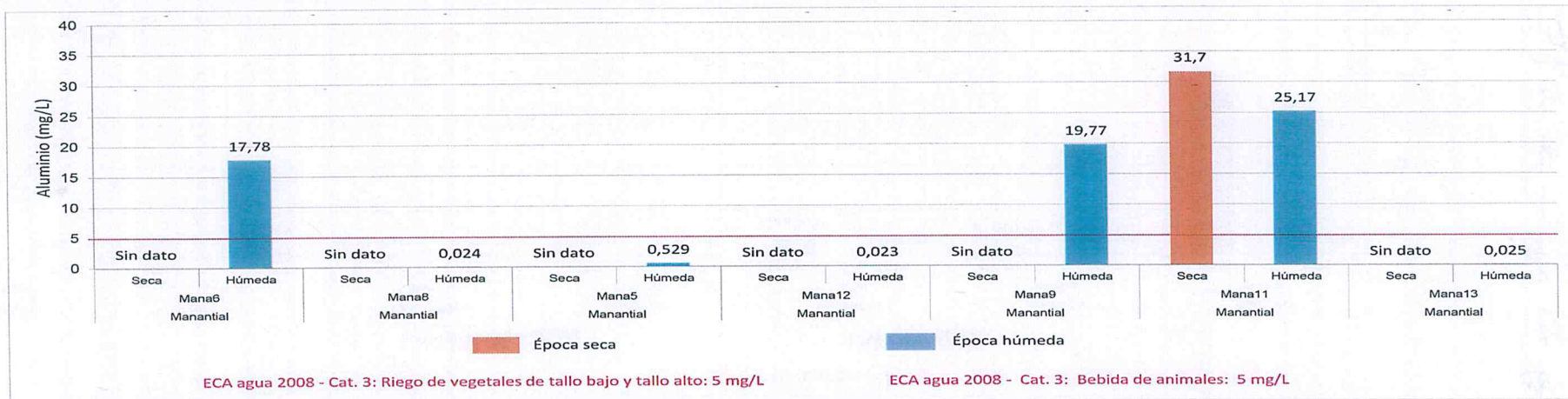


Figura 7- 21. Aluminio en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

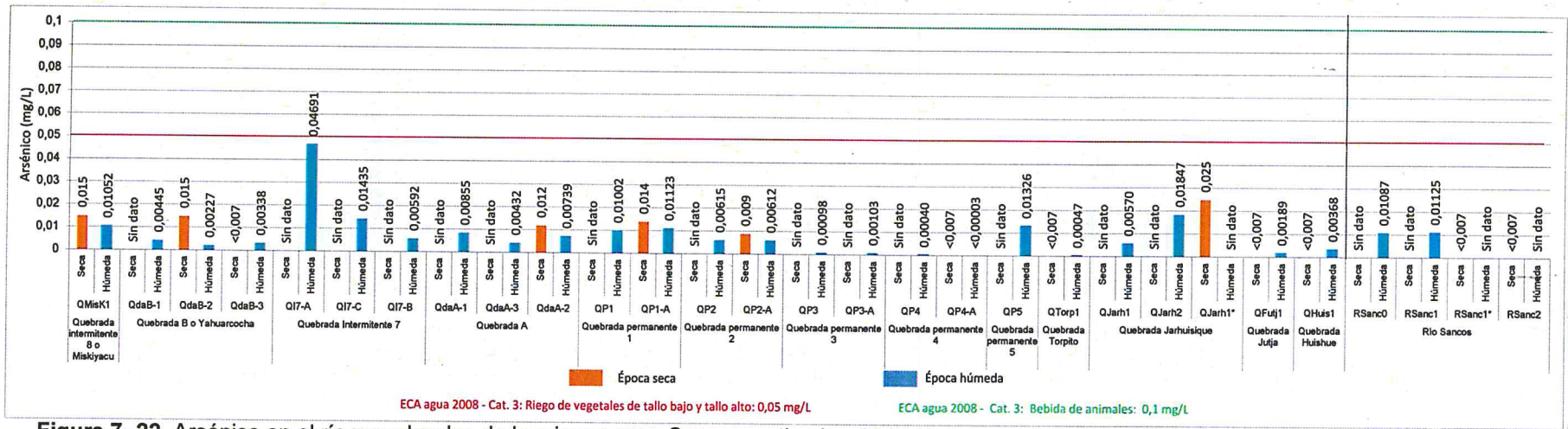


Figura 7- 22. Arsénico en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

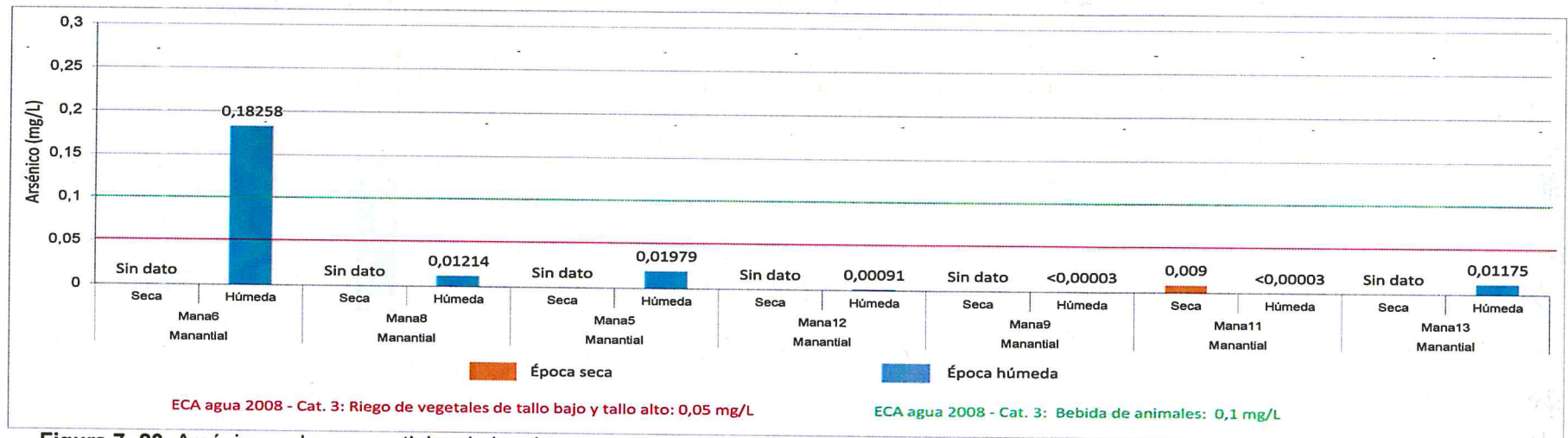


Figura 7- 23. Arsénico en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

Handwritten notes in blue ink on the left margin, including a signature and the number '20'.



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

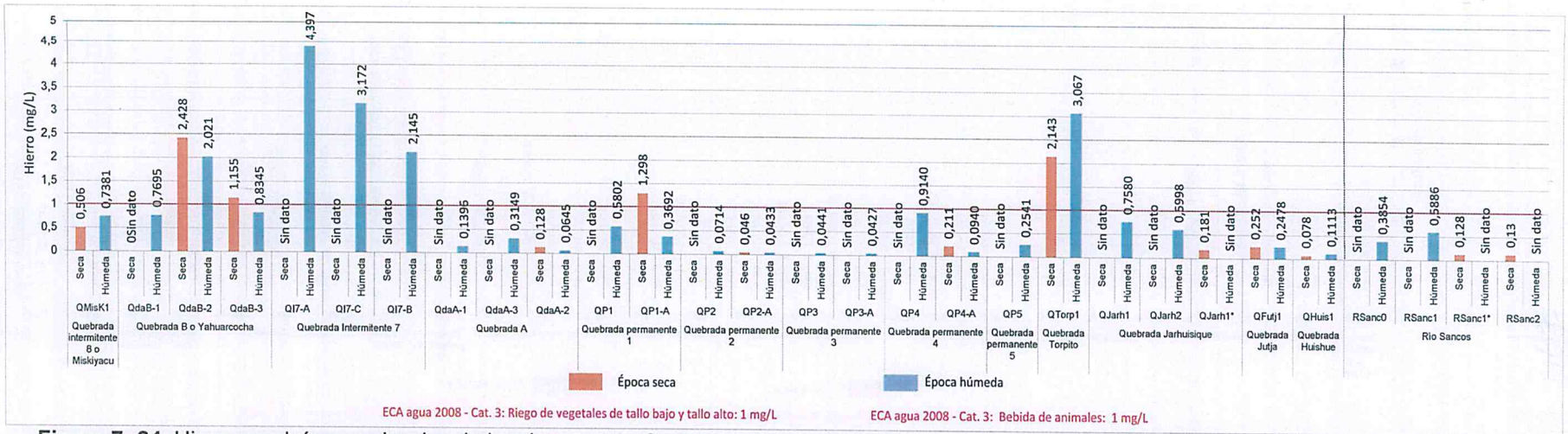


Figura 7- 24. Hierro en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

Z
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O

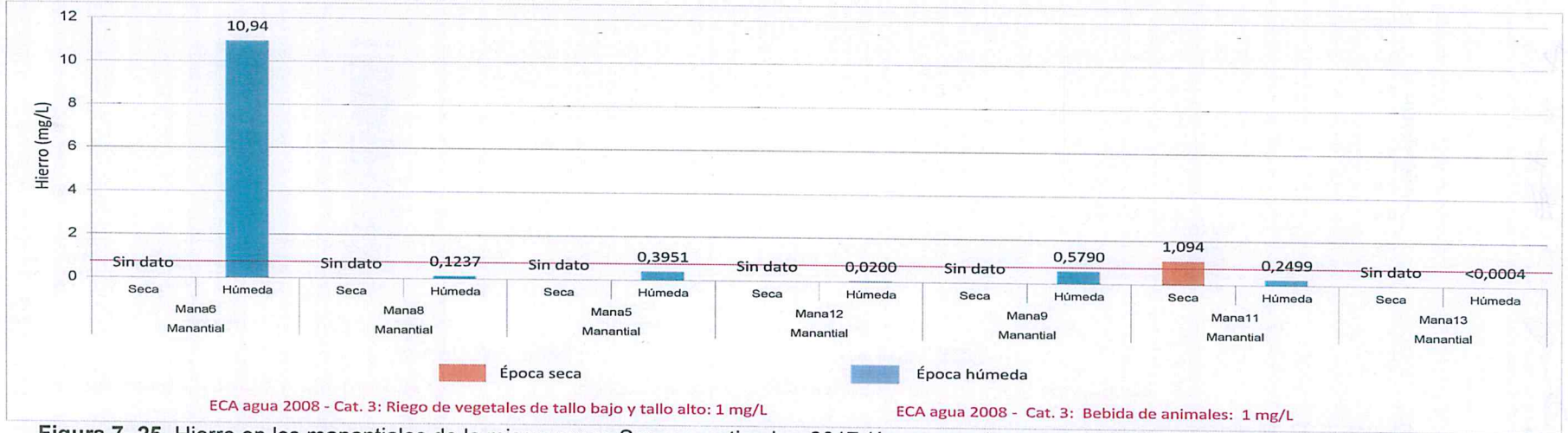


Figura 7- 25. Hierro en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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

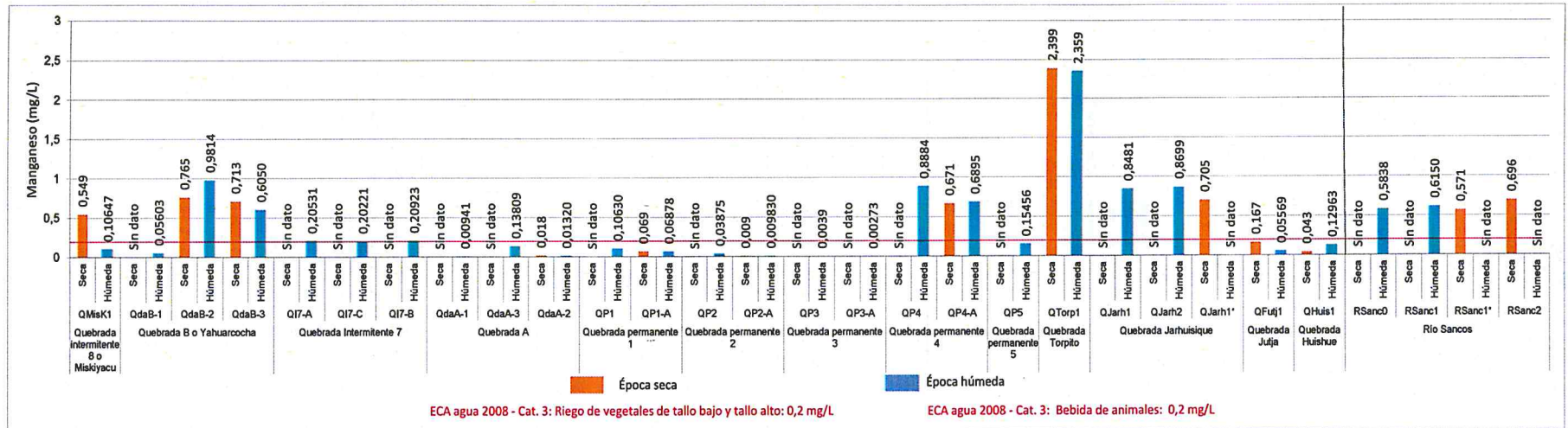


Figura 7- 26. Manganese en el río y quebradas de la microcuencia Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

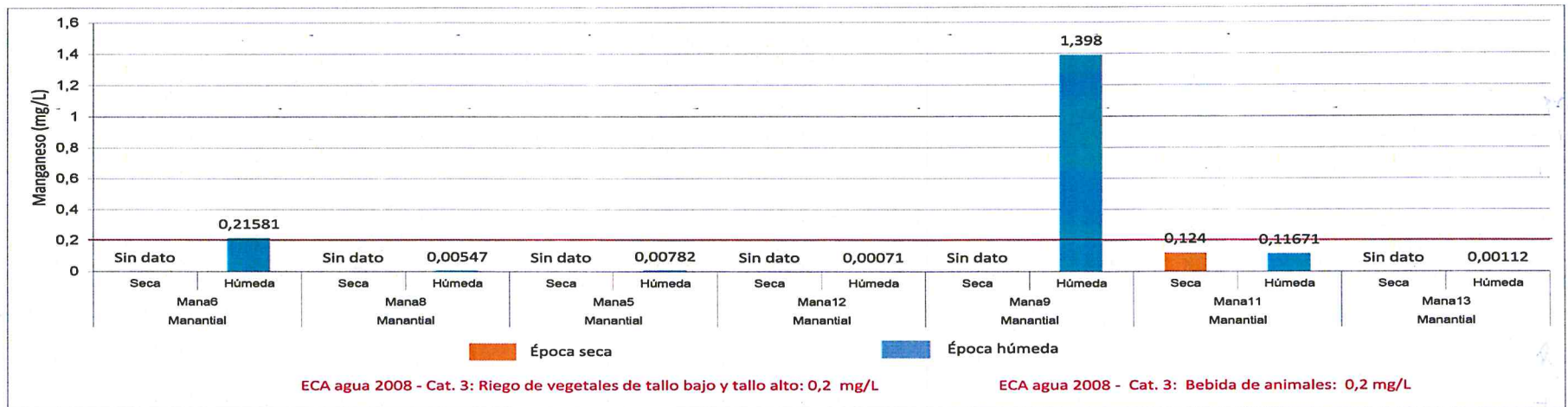


Figura 7- 27. Manganese en los manantiales de la microcuencia Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



Handwritten notes in blue ink: 2, 99A, RE, 74, 4, 0



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

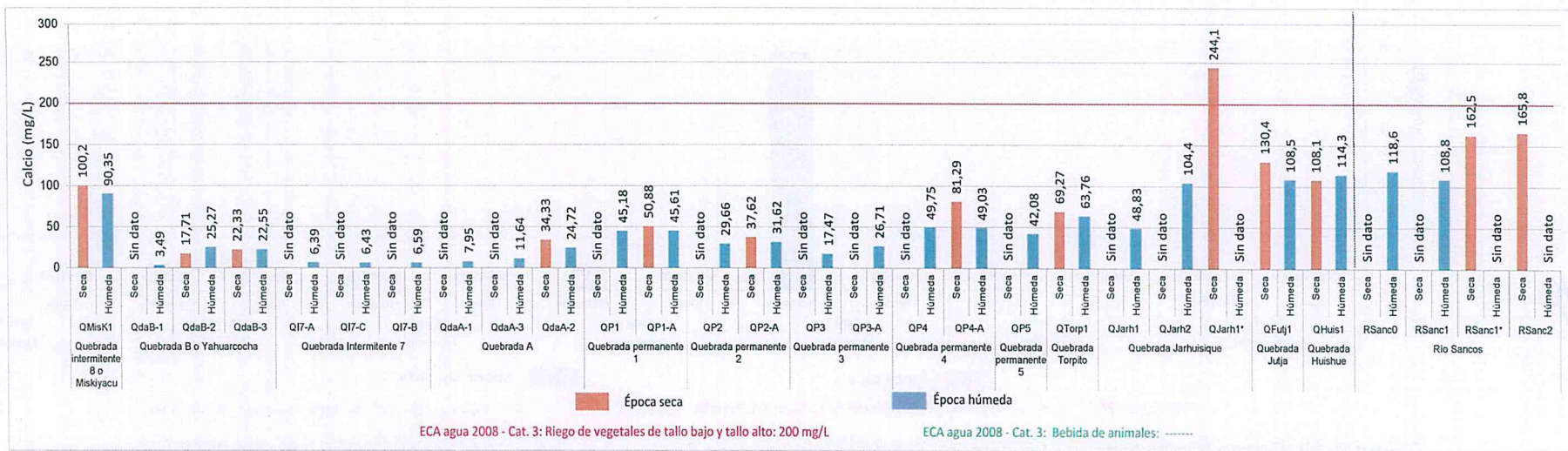


Figura 7- 28. Calcio en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

h
at
x
M
RA
M
o

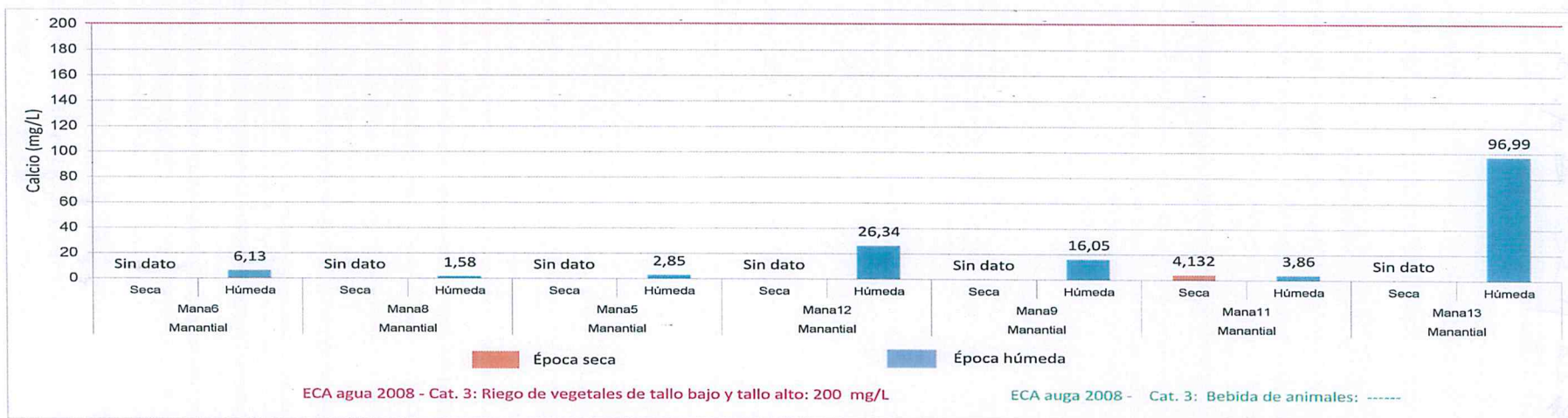


Figura 7- 29. Calcio en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

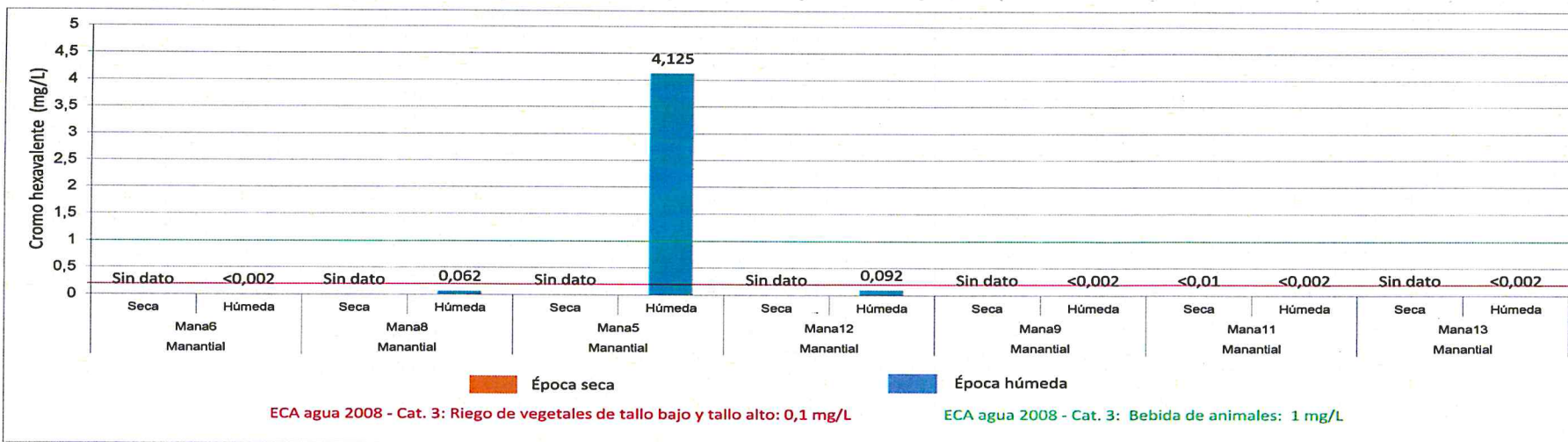


Figura 7- 30. Cromo hexavalente en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



Handwritten notes in blue ink, including the number '2' and several illegible characters.



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

7.1.2 Aire

Se presenta los resultados de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) y material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) en aire ubicados al suroeste del proyecto en el poblado Sancos y al este del proyecto en el Anexo Pueblo Nuevo (Figura 7-31) comparados con los estándares de calidad ambiental para aire del D.S. N.º 074-2001-PCM (en adelante ECA aire 2001) para el PM₁₀ y el D.S. N.º 003-2008-MINAM (en adelante ECA aire 2008) para el PM_{2,5}, de acuerdo los IGA.

El mayor detalle de los resultados de aire se encuentra en el Anexo 4.2 (reporte de resultados).

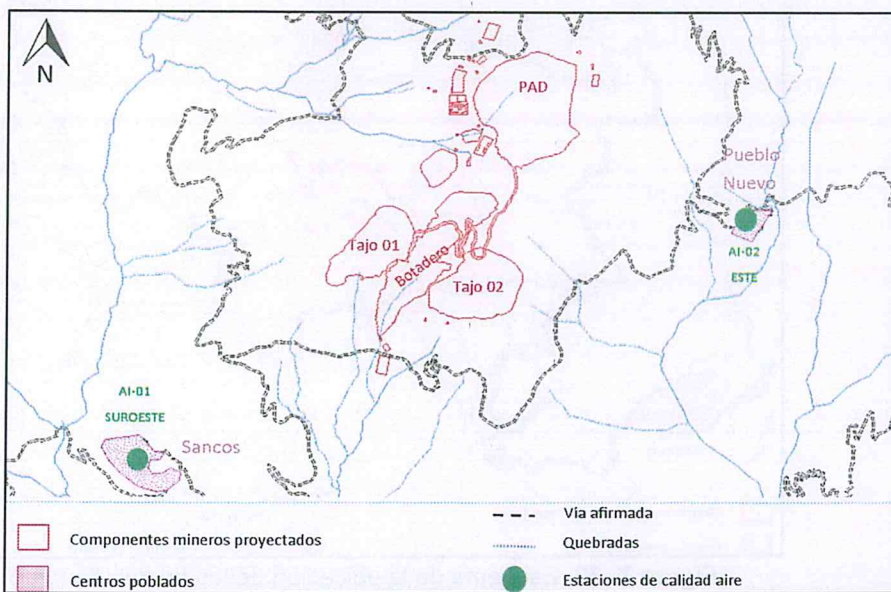


Figura 7- 31. Esquema de la ubicación de las estaciones de calidad de aire

En la Figura 7-32 se observa que los resultados de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) y material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) registrados en los 5 días de evaluación desde el 22 al 26 de mayo de 2018 no incumplieron los valores establecidos en los ECA para aire de las normas ya mencionadas en las estaciones de calidad de aire ubicados al suroeste y al este del proyecto minero.

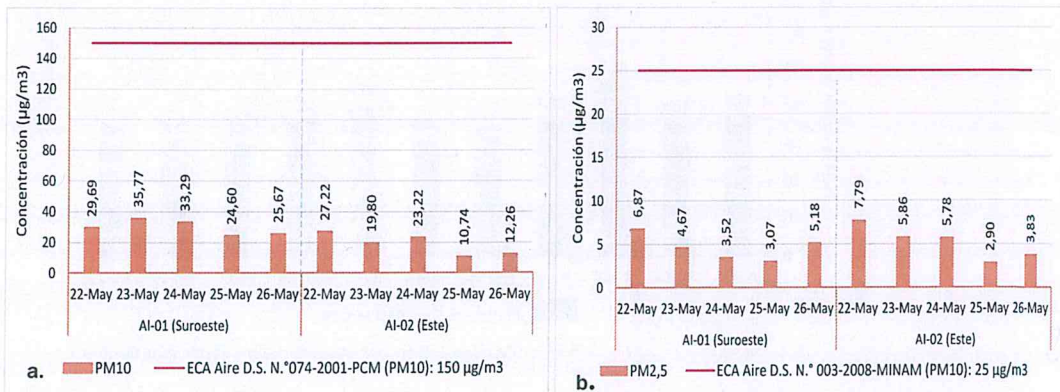


Figura 7- 32. a. Material particulado PM₁₀ y b. PM_{2,5} en el área de influencia del PM Sancos comparados con los ECA aire 2001 y 2008



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

7.1.3 Ruido

Se presenta los resultados de los niveles de presión sonora registrados en 11 puntos de monitoreo en el área de influencia del PM Sancos el 25 de mayo de 2018 (Figura 7-33) comparados con la norma aprobada en el IGA, Estándares de Calidad Ambiental para Ruido del D.S. N.º 085-2003-PCM - zona residencial (en adelante ECA ruido 2003).

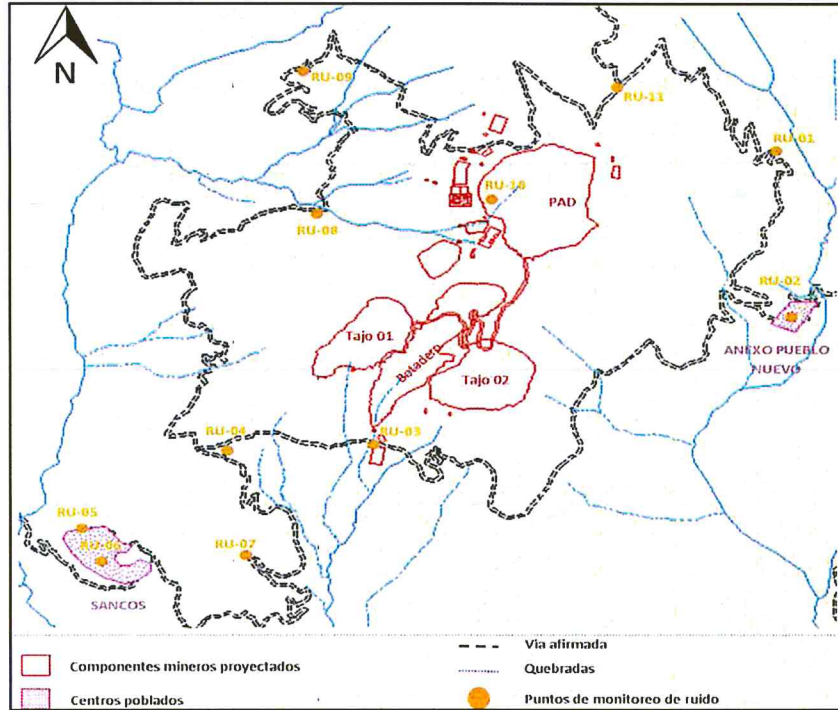


Figura 7- 33. Esquema de la ubicación de los puntos de ruido

En la Figura 7-34 se observa que los niveles de presión sonora registrados en horario diurno no incumplieron el valor establecido en el ECA ruido 2003 en todos los puntos de monitoreo.

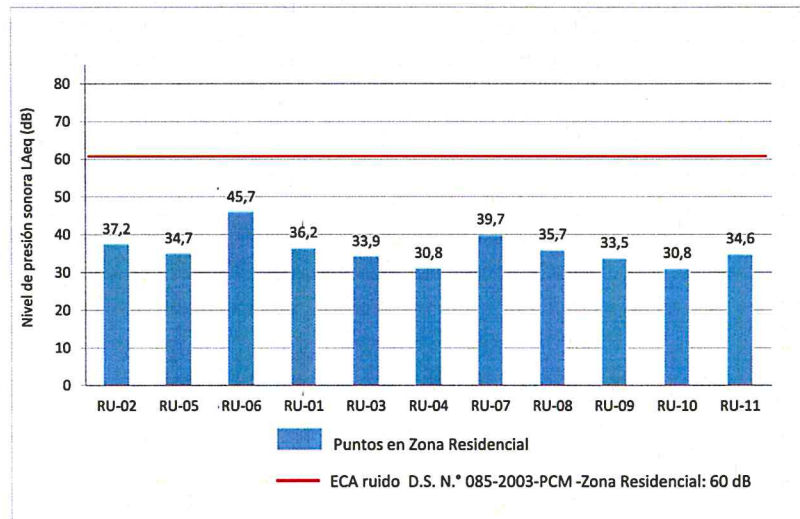


Figura 7- 34. Nivel de presión sonora en L_{Aeq} en el área de influencia del PM Sancos comparados con el ECA ruido 2003



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a vertical list of initials and a signature at the bottom.

**7.2 Resultados de agua, aire, ruido y tejido vegetal comparados con los estándares vigentes y/o referenciales****7.2.1 Agua**

Los resultados de los parámetros analizados en agua que incumplieron los ECA agua-2017, Categoría 3 (en adelante Cat. 3) subcategoría riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto (en adelante subcat. D1) y bebida de animales (en adelante subcat. D2) del D.S. N.º 004-2017 MINAM se agruparon por microcuenca.

El mayor detalle de los resultados de agua se encuentra en el Anexo 4.1 (reporte de resultados).

7.2.1.1 Microcuenca Para

En la Tabla 7-3 se presenta los parámetros que incumplieron los ECA agua-2017 en los ríos, quebradas y manantiales localizados en la microcuenca Para, en un total de 16 puntos de muestreo (10 en época seca y 16 en época húmeda).

Tabla 7- 3. Resumen de parámetros que incumplieron los ECA agua-2017 en la microcuenca Para

N.º	Nombre	Código	Época	D.S. N.º 004-2017-MINAM	
				Categoría 3	
				D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Quebradas					
1	Quebrada D o Lambre	QdaD-1	Seca	s/d	s/d
			Húmeda	pH, aluminio total, cobalto total, hierro total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total
2		QdaD-2	Seca	pH, aluminio total, cobalto total, hierro total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total
			Húmeda	pH, aluminio total, cobalto total, hierro total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total
3		QdaD-3	Seca	pH, aluminio total, cobalto total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total
			Húmeda	pH, aluminio total, cobalto total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total
4		QdaD-4	Seca	pH, aluminio total, cobalto total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total
			Húmeda	pH, aluminio total, cobalto total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total
5	Quebrada intermitente 11 o C	QdaC-1	Seca	s/d	s/d
			Húmeda	pH, aluminio total	pH, aluminio total
6	Quebrada Larapage	QLara1	Seca	-	-
			Húmeda	-	-
7		QLara2	Seca	-	-
			Húmeda	-	-
Río					
8	Río Para	RPara1	Seca	pH	pH
			Húmeda	Manganeso total	Manganeso total
9		RPara2	Seca	pH	pH
			Húmeda	Manganeso total	Manganeso total
Manantiales					
10		Mana10	Seca	s/d	s/d
			Húmeda	-	-
11		Mana7	Seca	s/d	s/d
			Húmeda	-	-



1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11



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

N.º	Nombre	Código	Época	D.S. N.º 004-2017-MINAM	
				Categoría 3	
				D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
12		Mana4	Seca	s/d	s/d
			Húmeda	-	-
13		Mana14	Seca	s/d	s/d
			Húmeda	pH ,aluminio total, manganeso total	pH,aluminio total, manganeso total
14		Mana3	Seca	Oxígeno disuelto	Oxígeno disuelto
			Húmeda	Oxígeno disuelto	Oxígeno disuelto
15		Mana1	Seca	Oxígeno disuelto, arsénico total, boro total	Oxígeno disuelto, arsénico total
			Húmeda	pH, oxígeno disuelto, aluminio total, arsénico total, boro total, hierro total, manganeso total	pH, oxígeno disuelto, aluminio total, arsénico total, manganeso total
16		Mana2	Seca	Boro total	Oxígeno disuelto
			Húmeda	-	Oxígeno disuelto

(-) No superó ningún parámetro

(s/d) No se muestreó estos puntos debido a la inaccesibilidad provocada por los derrumbes en las trochas

En la Figura 7-35 y Figura 7-36 se presenta esquemas de la calidad del agua en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) respectivamente.



Handwritten notes and signatures in blue ink, including an arrow pointing up and several illegible signatures.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

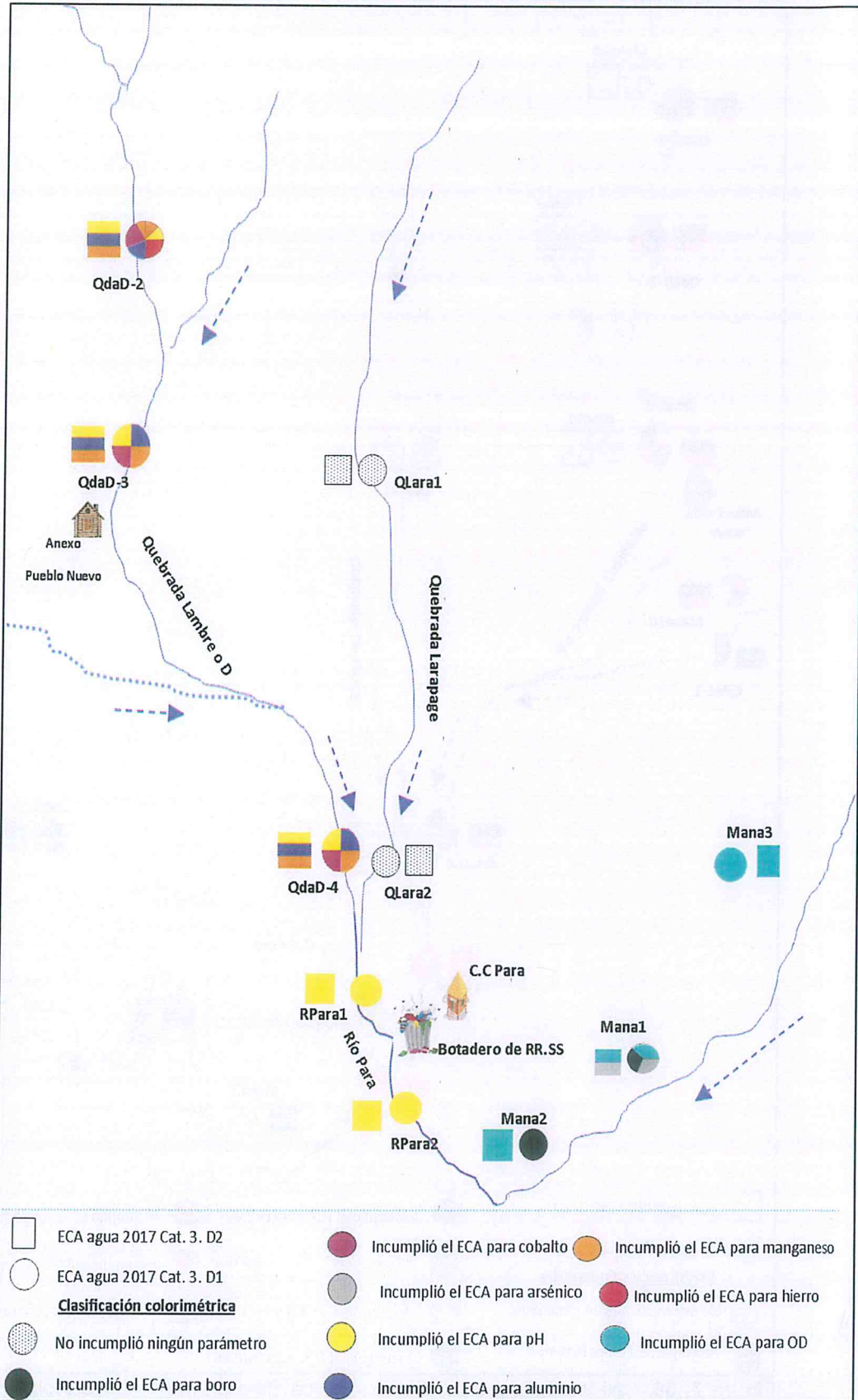


Figura 7- 35. Calidad del agua de la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) comparados con los ECA agua-2017



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left side of the map, including a large arrow pointing upwards and several illegible signatures.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

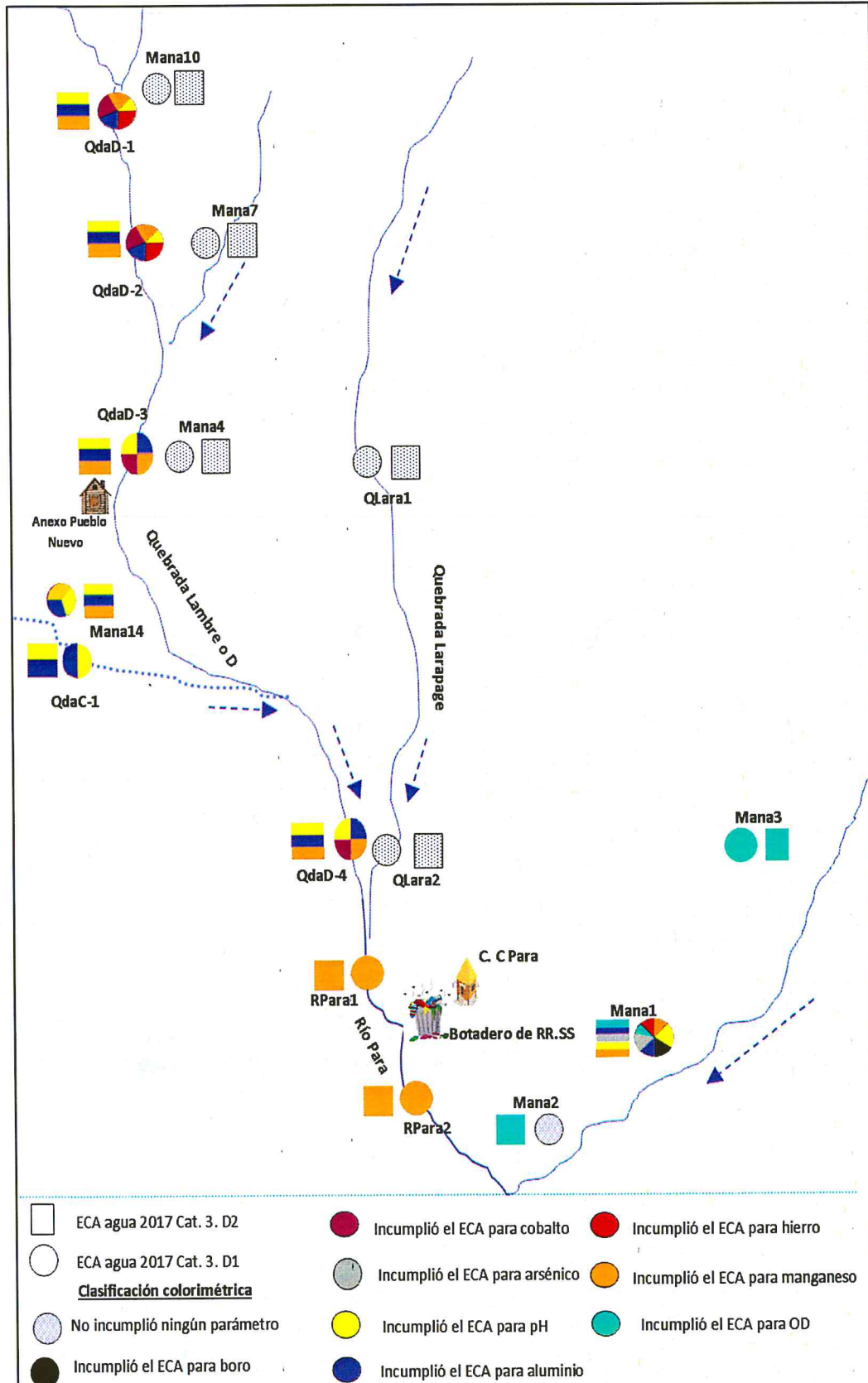


Figura 7- 36. Calidad del agua de la microcuenca Para en marzo 2018 (época húmeda) comparados con los ECA agua-2017



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

El pH en el agua incumplió los ECA agua-2017, Cat. 3, en época seca en el río Para (RPara1, RPara2); en época húmeda en las quebradas intermitente 11 o C (QdaC-1) y D o Lambre (QdaD-1 y, en manantiales (Mana1, Mana14) y; en ambas épocas en la quebrada D o Lambre (QdaD-2, QdaD-3 y QdaD-4). Figura 7-37.

La concentración de oxígeno disuelto en el agua en época seca y húmeda incumplió los ECA agua-2017, Cat. 3, subcat. D1 y D2 en los manantiales Mana3 y Mana1 y; la subcat. D2 en el manantial Mana2. Figura 7-38.

Las concentraciones de aluminio en el agua incumplió los ECA agua-2017, Cat. 3 en época húmeda en las quebradas D o Lambre (QdaD-1) e intermitente 11 o C (QdaC-1) y en manantiales (Mana14, Mana1) y; en ambas épocas (seca y húmeda) en la quebrada D o Lambre (QdaD-2, QdaD-3, QdaD-4). Figura 7-39.

La concentración de arsénico en el manantial Mana1 en ambas épocas (seca y húmeda) incumplió los ECA agua-2017, Cat. 3. Figura 7-40.

Las concentraciones de boro en el agua incumplió los ECA agua-2017, Cat. 3, D1 en época seca en el manantial Mana2 y en ambas épocas en el manantial Mana1. Figura 41.

La concentración de cobalto en la quebrada D o Lambre incumplió los ECA agua-2017, Cat. 3, subcat. D1 en época húmeda en el punto de muestreo QdaD-1 y; en época seca y húmeda en los puntos de muestreo QdaD-2, QdaD-3 y QdaD-4. Figura 7-42.

Las concentraciones de hierro en el agua incumplieron los ECA agua-2017, Cat. 3, subcat. D1 en época húmeda en la quebrada D o Lambre (QdaD-1) y en el manantial Mana1 y; en ambas épocas (seca y húmeda) en la quebrada D o Lambre (QdaD-2). Figura 7-43.

Las concentraciones de manganeso en el agua incumplieron los ECA agua-2017, Cat. 3 en época húmeda en la quebrada D o Lambre (QdaD-1), en el río Para (RPara1, RPara2) y en los manantiales Mana14 y Mana1 y; en ambas épocas en la quebrada D o Lambre (QdaD-2, QdaD-3, QdaD-4). Figura 7-44.



Vertical handwritten notes in blue ink: an arrow pointing up, the number '2', a cross, and the letters 'D', 'M', 'A', 'N', 'O' stacked vertically.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

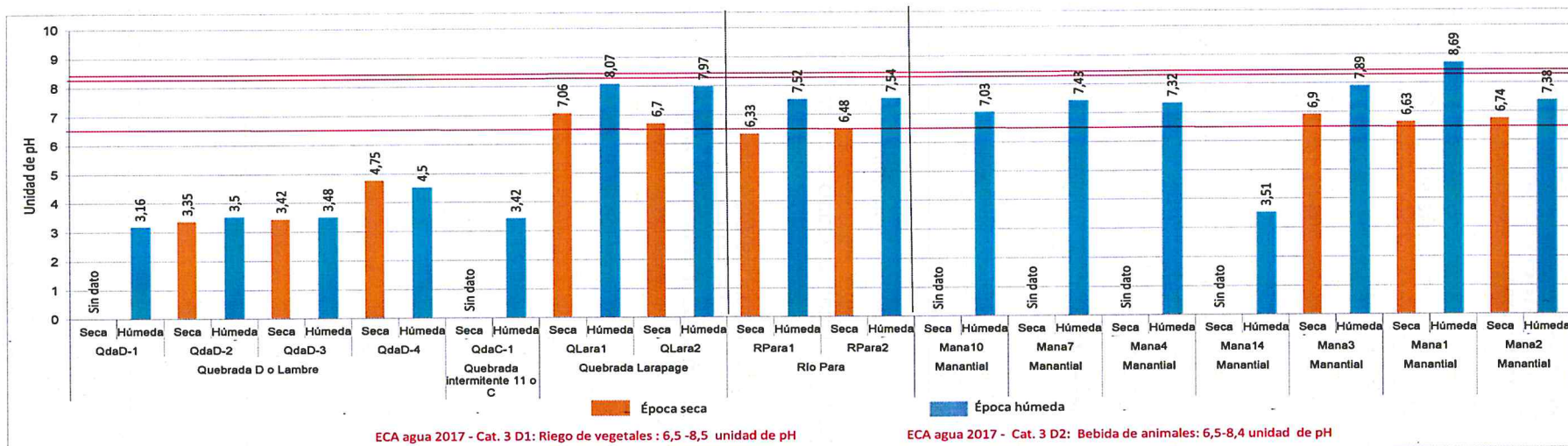


Figura 7- 37. Potencial de hidrógeno en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

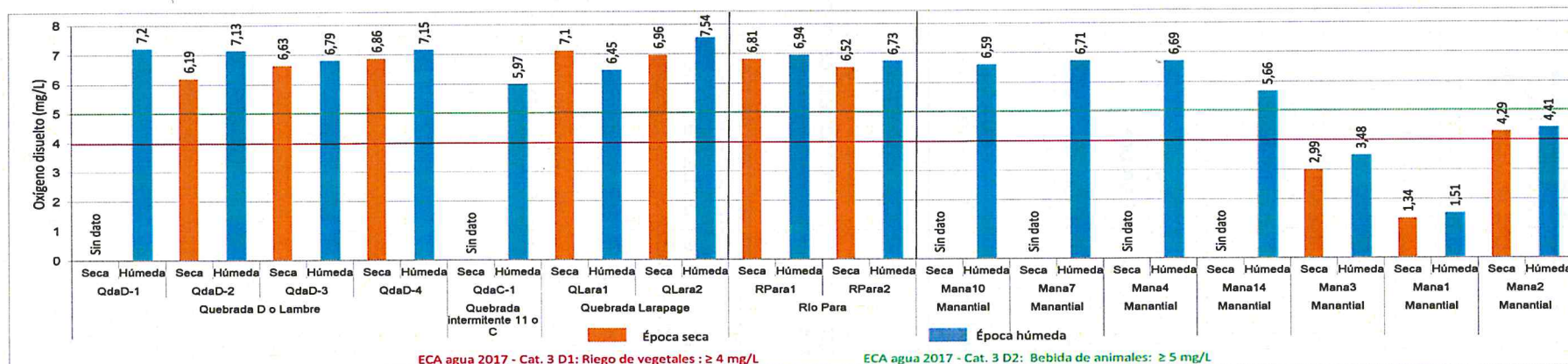


Figura 7- 38. Oxígeno disuelto en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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



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

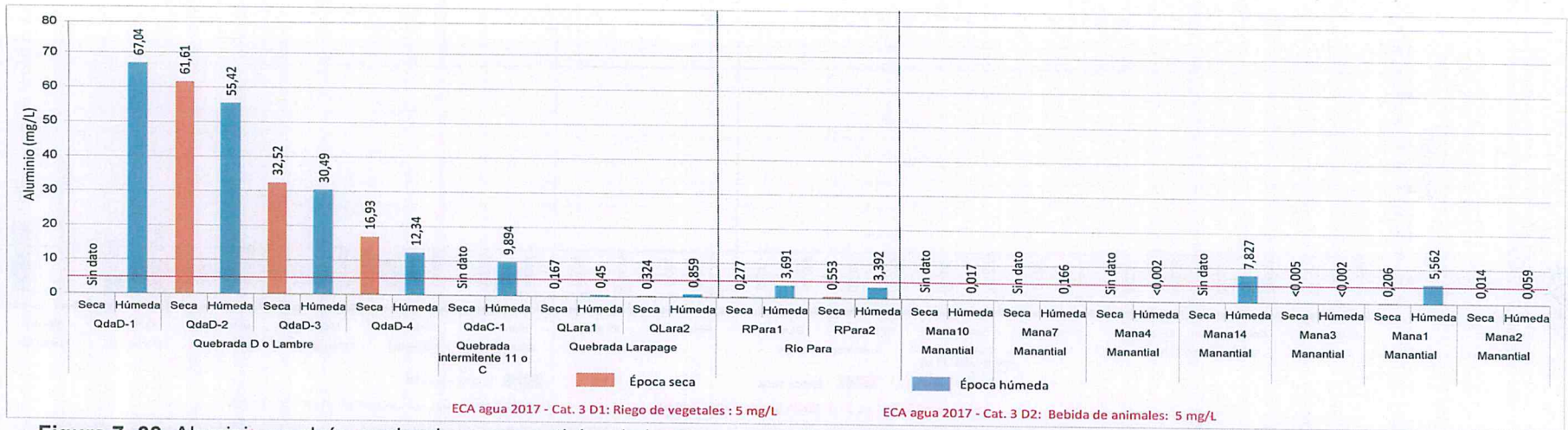


Figura 7- 39. Aluminio en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

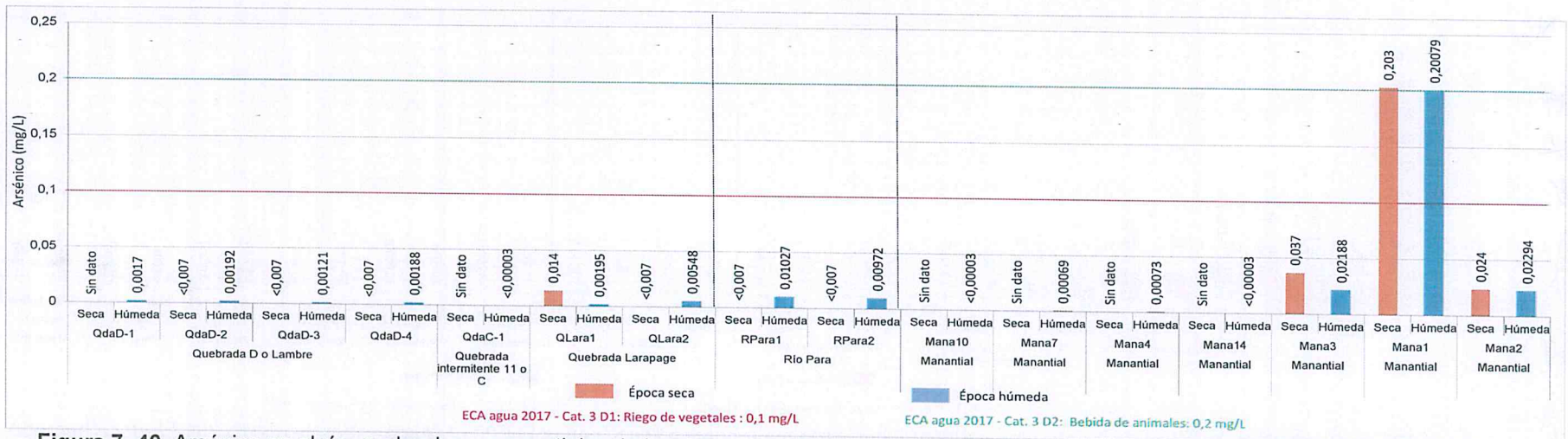


Figura 7- 40. Arsénico en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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

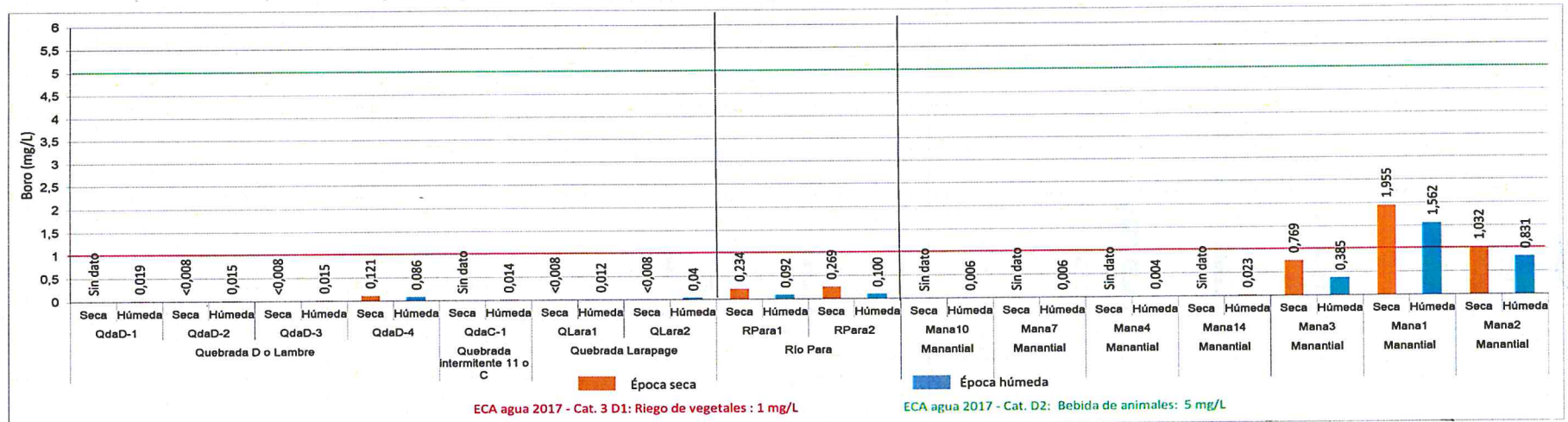


Figura 7- 41. Boro en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

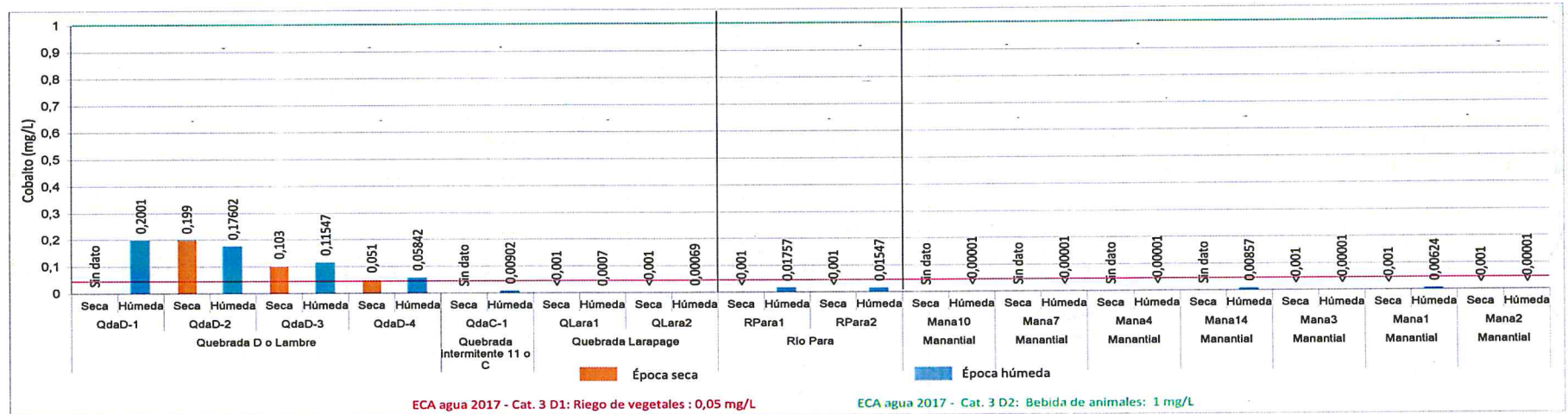


Figura 7- 42. Cobalto en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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



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

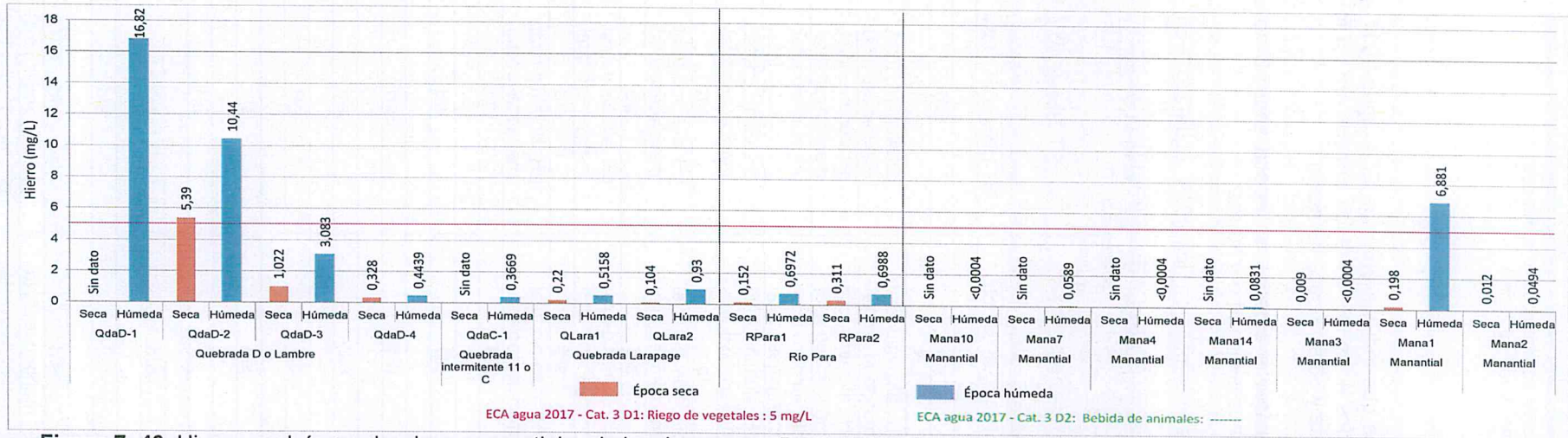


Figura 7- 43. Hierro en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

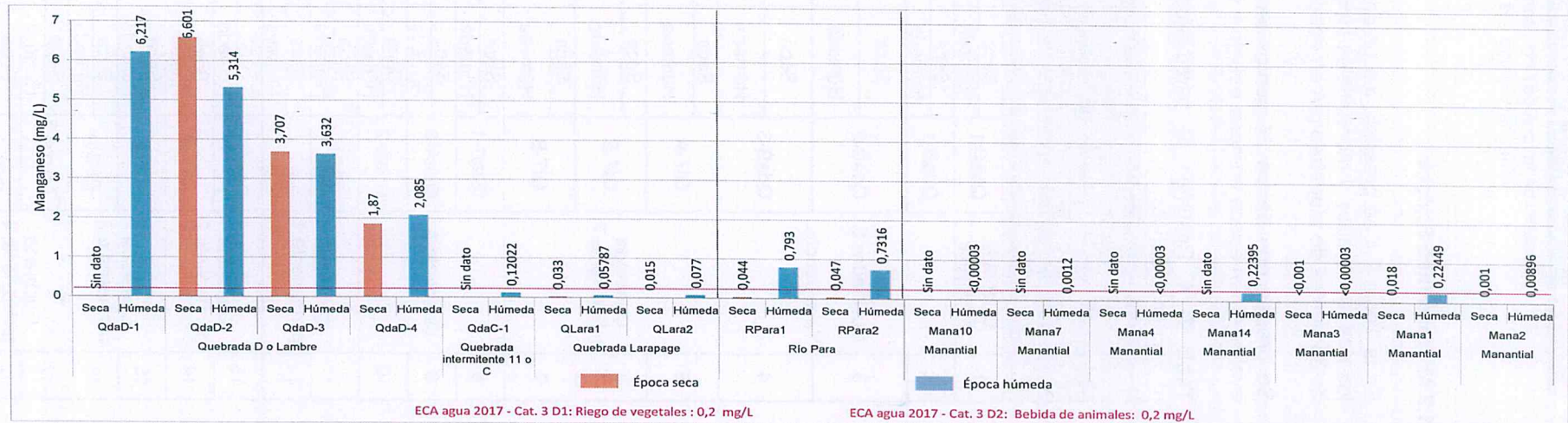


Figura 7- 44. Manganeso en el río, quebradas y manantiales de la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin, including the name 'Z' and various initials.



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

7.2.1.2 Microcuenca Sancos

En la Tabla 7-4 se presenta los parámetros que incumplieron los ECA agua-2017 en los ríos, quebradas y manantiales localizados en la microcuenca Sancos, en un total de 36 puntos de muestreo (14 en época seca y 33 en época húmeda).

Se precisa que de los 14 puntos de muestreo evaluados en época seca, 3 no se evaluaron en época húmeda debido a su inaccesibilidad por lluvias.

Tabla 7- 4. Resumen de parámetros que incumplieron los ECA agua-2017 en la microcuenca Sancos

Table with columns: N.º, Nombre, Código, Época, D.S. N.º 004-2017-MINAM (Categoría 3), D1: Riego de vegetales, D2: Bebida de animales. Rows list various quebradas (e.g., Miskiyacu, B o Yahuarcocha, A, permanente 1-4) and their compliance status (Seca, Húmeda) for different parameters (pH, aluminio total, manganeso total).



Handwritten notes in blue ink: A, Z, W, A, A, L, D, PA, H, e



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

N.º	Nombre	Código	Época	D.S. N.º 004-2017-MINAM		
				Categoría 3		
				D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	
	permanente 5		Húmeda	-	-	
20	Quebrada Torpito	QTorp1	Seca	pH, aluminio total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total	
			Húmeda	pH, aluminio total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total	
21	Quebradas Jarhuisique	QJarh1	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	pH, aluminio total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total	
QJarh2		Seca	s/d	s/d		
		Húmeda	Manganeso total	Manganeso total		
23	QJarh1*	Seca	pH, manganeso total	pH, manganeso total		
		Húmeda	s/d	s/d		
24	Quebrada Futja	QFutj1	Seca	pH	pH	
			Húmeda	-	-	
25	Quebrada Huishue	QHuis1	Seca	pH	pH	
			Húmeda	-	-	
Río						
26	Río Sancos	RSanc0	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	Manganeso total	Manganeso total	
27		RSanc1	Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	Manganeso total	Manganeso total	
28		RSanc1*	Seca	pH, manganeso total	pH, manganeso total	
			Húmeda	s/d	s/d	
29		RSanc2	Seca	pH, manganeso total	pH, manganeso total	
			Húmeda	s/d	s/d	
Manantiales						
30		-	Mana6	Seca	s/d	s/d
	Húmeda			pH, oxígeno disuelto, aluminio total, arsénico total, hierro total, manganeso total	pH, oxígeno disuelto, aluminio total, arsénico total, manganeso total	
31	Mana8		Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	pH	pH, oxígeno disuelto	
32	Mana5		Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	pH	pH	
33	Mana12		Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	-	-	
34	Mana9		Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	pH, aluminio total, manganeso total	pH, aluminio total, manganeso total	
35	Mana11		Seca	pH, aluminio total	pH, aluminio total	
			Húmeda	pH, aluminio total	pH, aluminio total	
36	Mana13		Seca	s/d	s/d	
			Húmeda	-	-	

(-) No superó ningún parámetro

(s/d) No se muestreó estos puntos debido a la inaccesibilidad provocada por los derrumbes en las trochas

En la Figura 7-45 y Figura 7-46 se presenta esquemas de la calidad del agua en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) respectivamente.

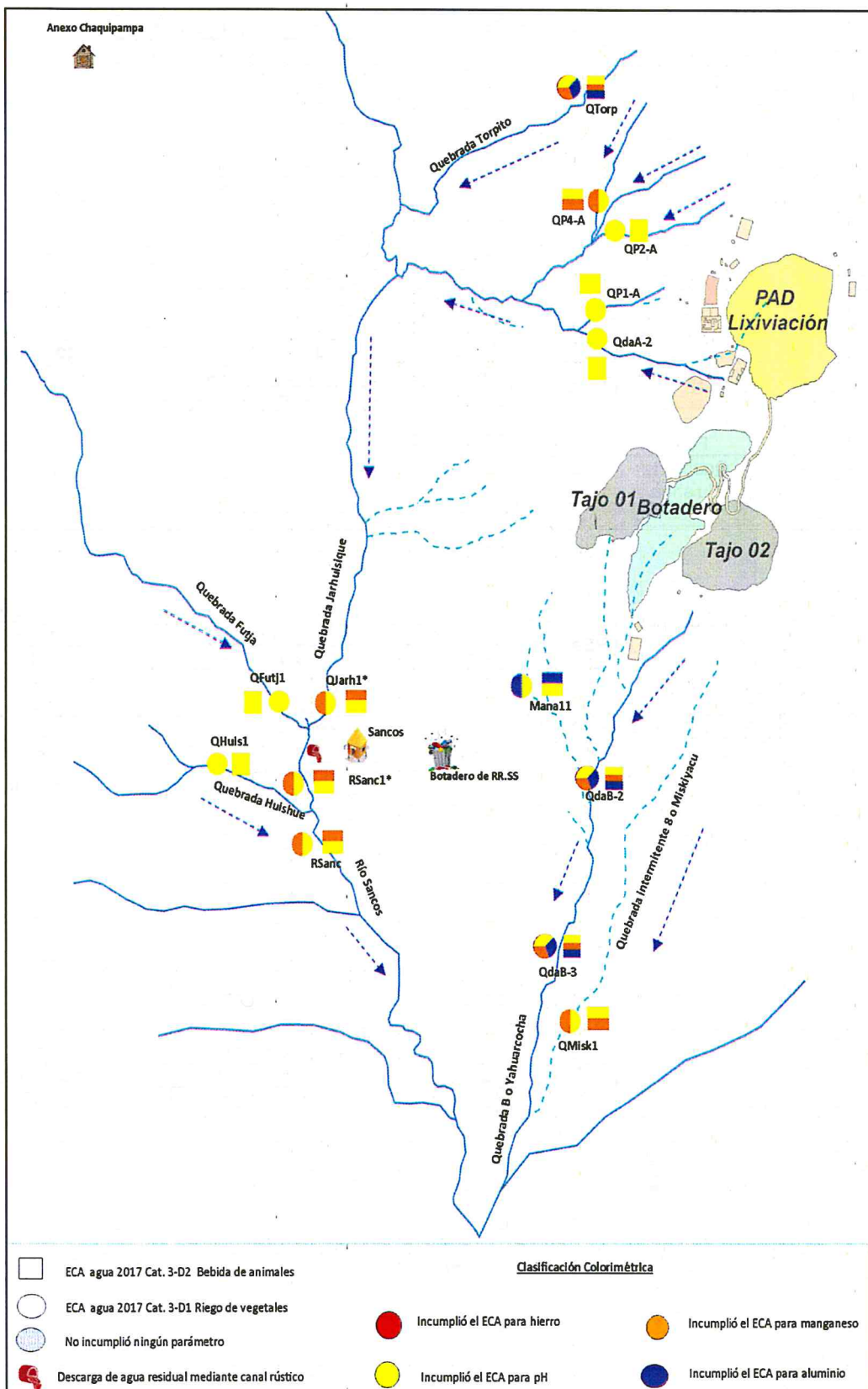


1
2

H
x
A
I
pe
D
na
H
O



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



Handwritten signature and notes in blue ink, including the word 'SANCOS' written vertically.

Figura 7- 45. Calidad del agua de la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) comparados con los ECA agua-2017



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

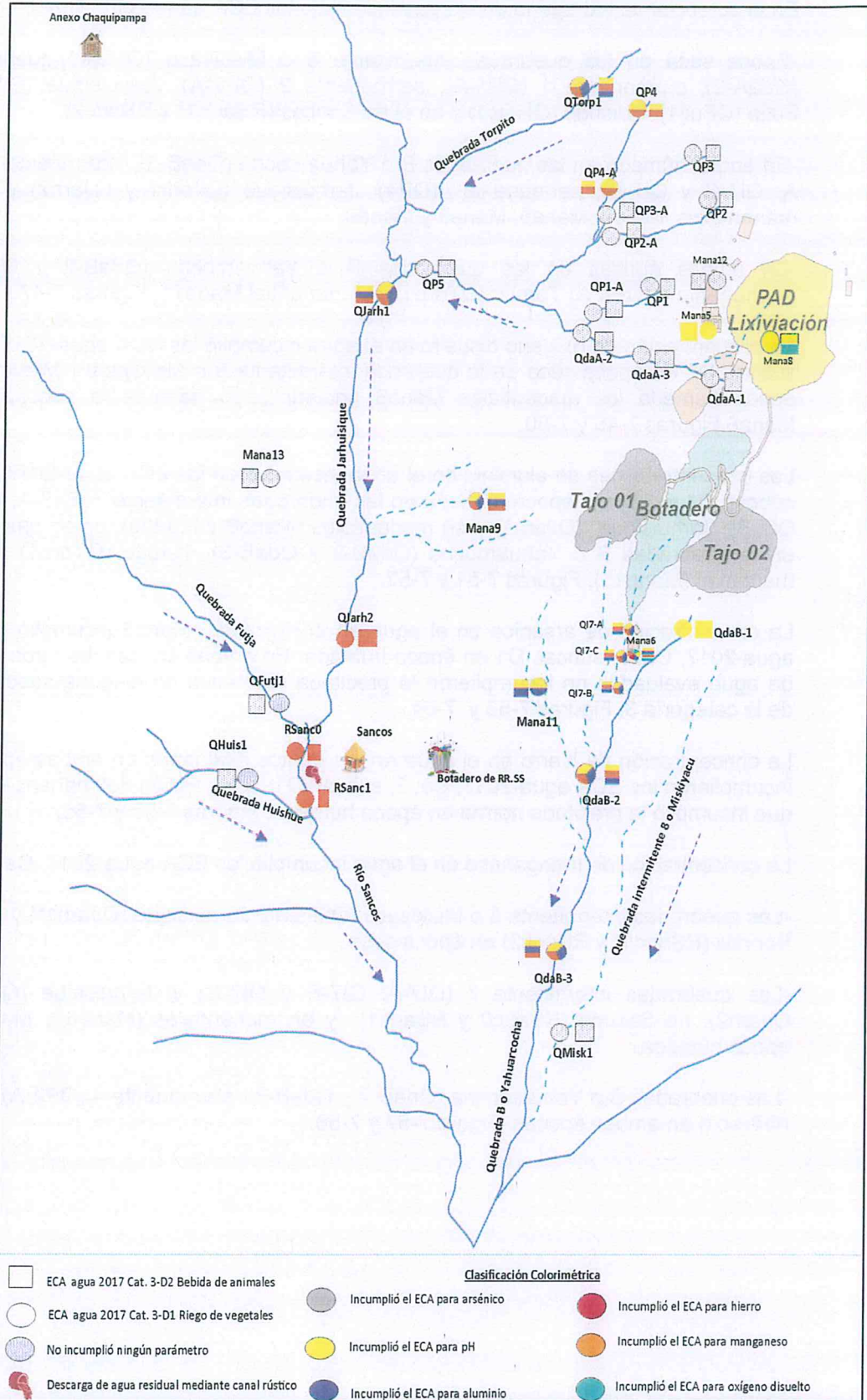


Figura 7- 46. Calidad del agua de la microcuenca Sancos en marzo 2018 (época húmeda) comparados con los ECA agua-2017



Handwritten notes in blue ink: 'L', 'U', 'X', 'A', 'L', 'pe', 'D', 'na', 'H', 'a'



En el potencial de hidrógeno en el agua incumplió los ECA agua-2017, Cat. 3 en:

-Época seca en las quebradas intermitente 8 o Miskiyacu (QMisk1), quebrada A (QdaA-2), permanente 1 (QP1-A), permanente 2 (QP2-A), Jarhuisique (QJarh1*), Futja (QFutj1), Huishue (QHuis1) y en el río Sancos (RSanc1* y RSanc2).

-En época húmeda en las quebradas B o Yahuarcocha (QdaB-1), intermitente 7 (QI7-A, QI7-C y QI7-B), permanente 4(QP4), Jarhuisique (QJarh1 y QJarh2) y en los manantiales Mana6, Mana8, Mana5 y Mana9.

-En ambas épocas en las quebradas B o Yahuarcocha (QdaB-2 y QdaB-3), permanente 4 (QP4-A), Torpito (QTorp1) y el manantial Mana11. Figuras 7-47 y 7-48

La concentración de oxígeno disuelto en el agua incumplió los ECA agua-2017 Cat. 3, subcat. D2 en época seca en la quebrada intermitente 8 o Miskiyacu (QMisk1) y; en época húmeda los manantiales Mana6 (incumpliendo además la subcat. D1) y Mana8. Figuras 7-49 y 7-50.

Las concentraciones de aluminio en el agua incumplieron los ECA agua-2017, Cat. 3, subcat. D1 y D2 en época húmeda en las quebradas intermitente 7 (QI7-A, QI7-C y QI7-B), Jarhuisique (QJarh1) y en manantiales (Mana6 y Mana9); en ambas épocas en la quebradas B o Yahuarcocha (QdaB-2 y QdaB-3), Torpito (QTorp1) y en un manantial (Mana11). Figuras 7-51 y 7-52.

La concentración de arsénico en el agua en el manantial Mana6 incumplió los ECA agua-2017, Cat.3, subcat. D1 en época húmeda. En ambas épocas los otros cuerpos de agua evaluados no incumplieron la precitada normativa en ninguna subcategoría de la categoría 3. Figuras 7-53 y 7-54.

La concentración de hierro en el agua en los puntos evaluados en ambas épocas no incumplieron los ECA agua-2017, Cat.3, subcat. D1; a excepción del manantial Mana6 que incumplió la precitada norma en época húmeda. Figuras 7-55 y 7-56.

La concentración de manganeso en el agua incumplió los ECA agua-2017, Cat. 3 en:

-Las quebradas intermitente 8 o Miskiyacu (QMisk1), Jarhuisique (QJarh1*) y en el río Sancos (RSanc1* y RSanc2) en época seca.

-Las quebradas intermitente 7 (QI7-A, QI7-B y QI7-C) y Jarhuisique (QJarh1 y QJarh2), río Sancos (RSanc0 y RSanc1) y en manantiales (Mana6 y Mana9) en época húmeda.

-Las quebradas B o Yahuarcocha (QdaB-2 y QdaB-3), permanente 4 (QP4-A), Torpito (QTorp1) en ambas épocas. Figura 7-57 y 7-58.



Handwritten notes and initials in blue ink, including a vertical list of letters: 1, 2, H, +, M, R, RA, M, O



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

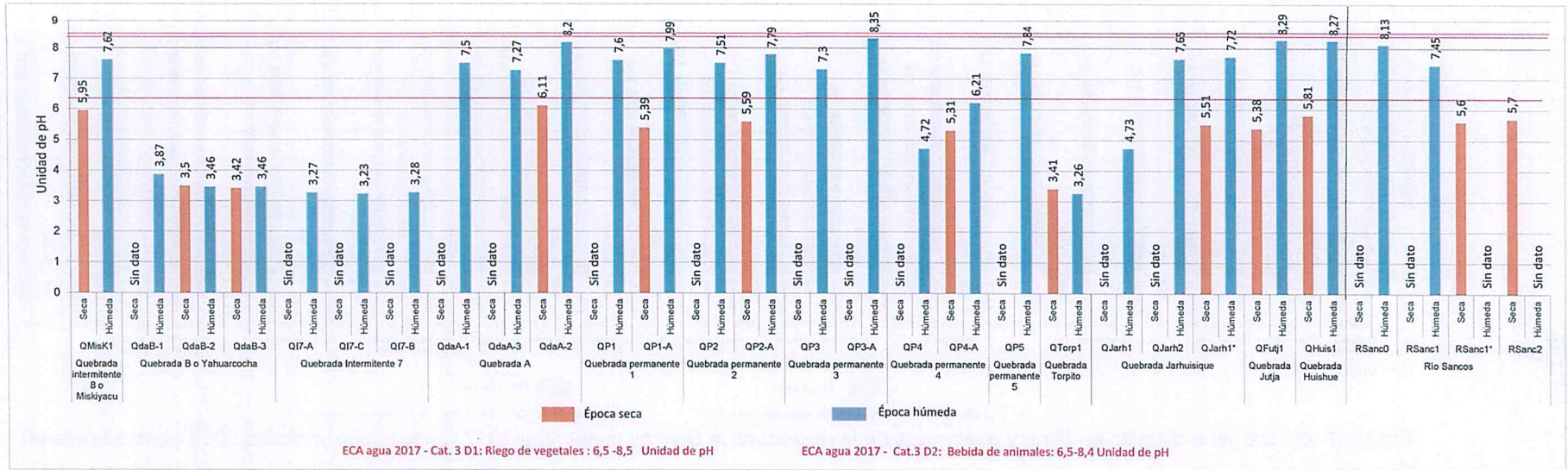


Figura 7- 47. Potencial de hidrógeno en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

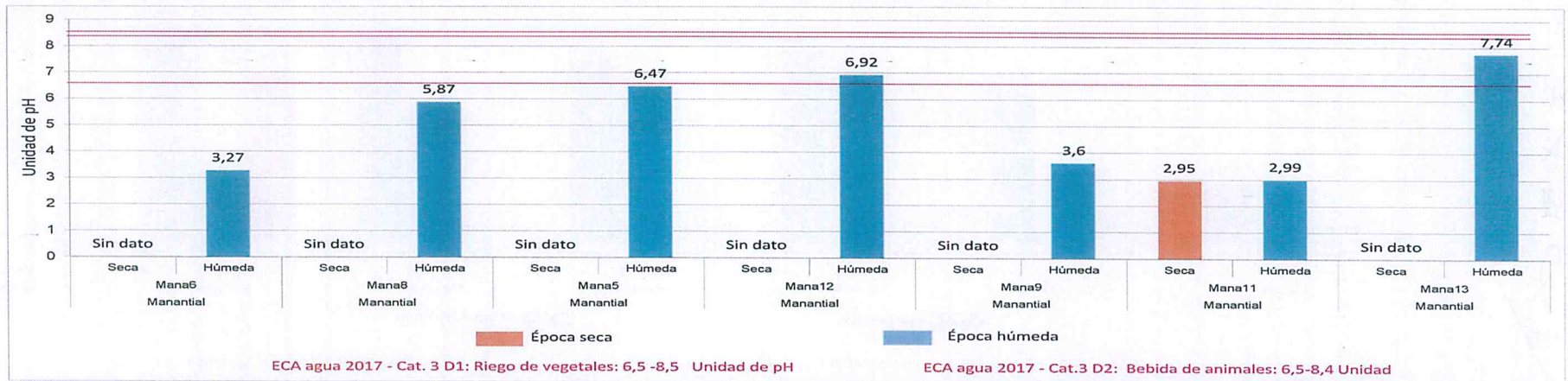


Figura 7- 48. Potencial de hidrógeno en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

Z
U
A
K
S
D
PA
M
O



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

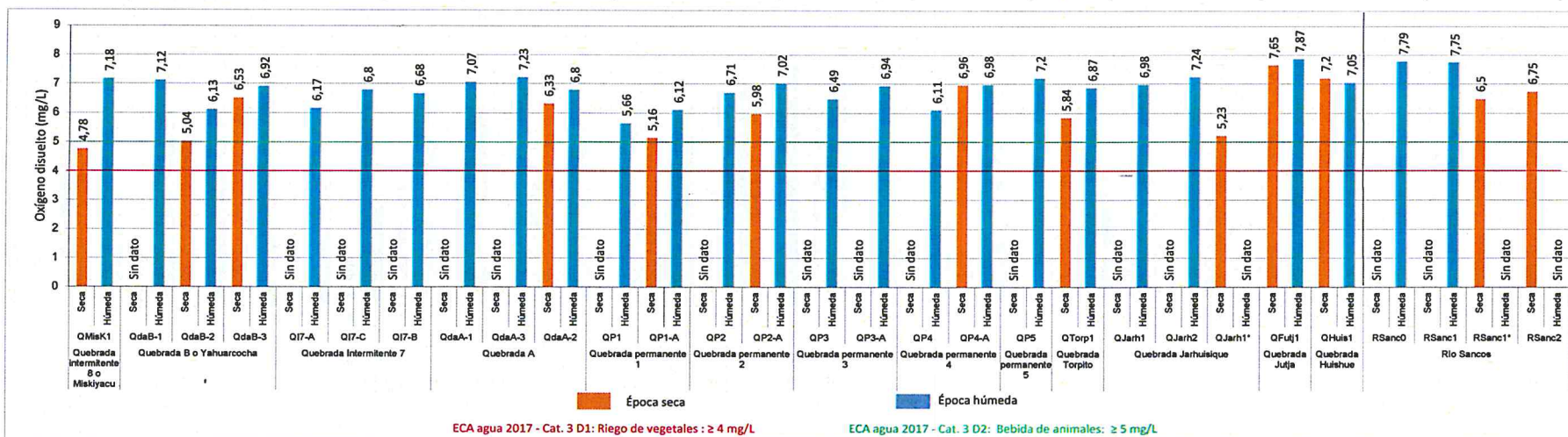


Figura 7- 49. Oxígeno disuelto en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

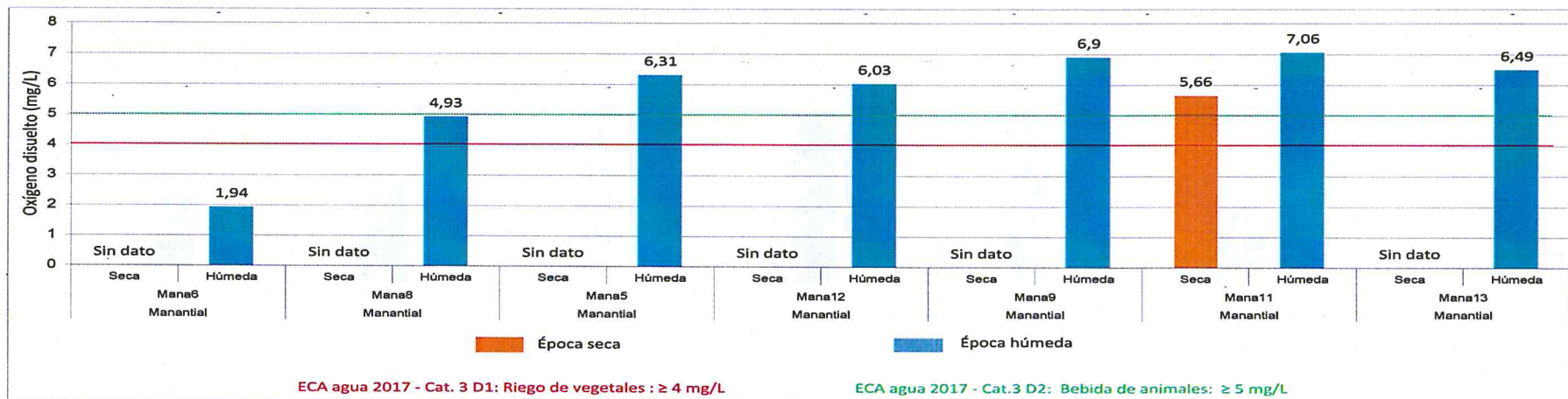


Figura 7- 50. Oxígeno disuelto en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



Handwritten notes and signatures on the left margin.



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

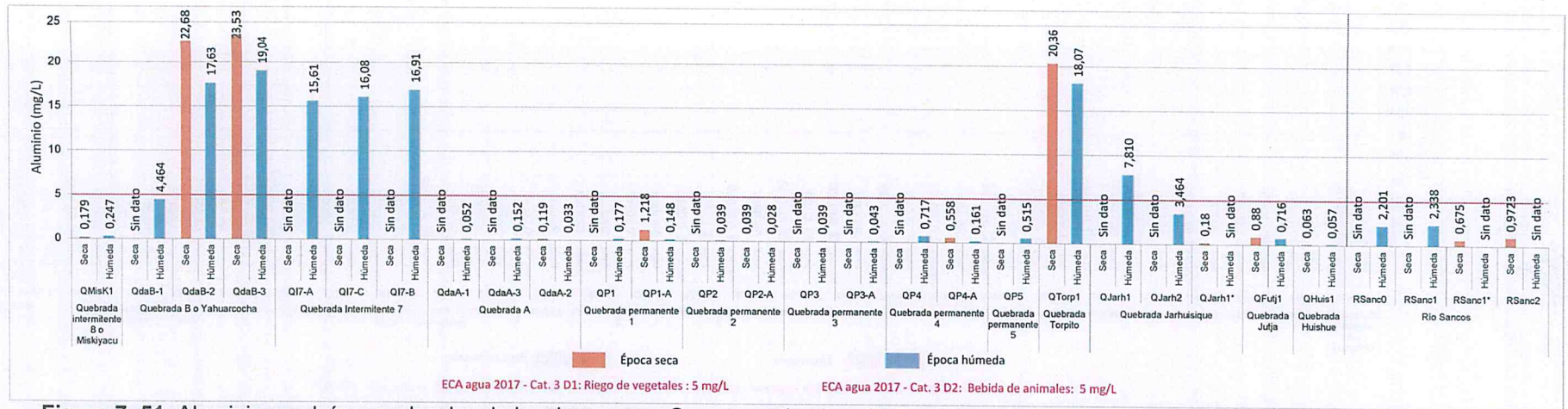


Figura 7- 51. Aluminio en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

Handwritten notes in blue ink: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

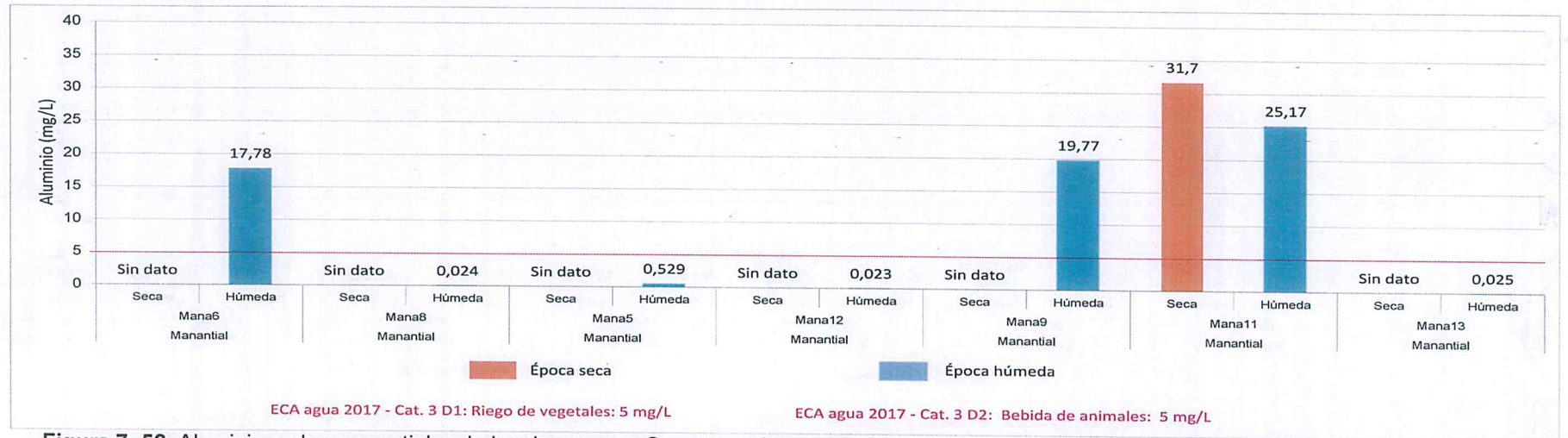


Figura 7- 52. Aluminio en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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

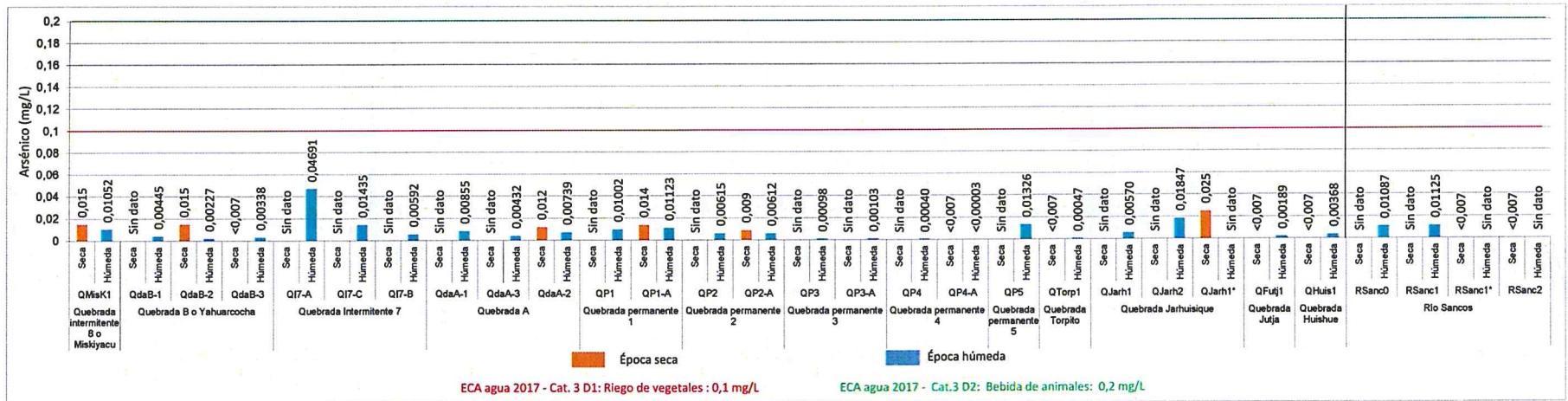


Figura 7- 53. Arsénico en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

Handwritten notes in blue ink on the left margin of the page.

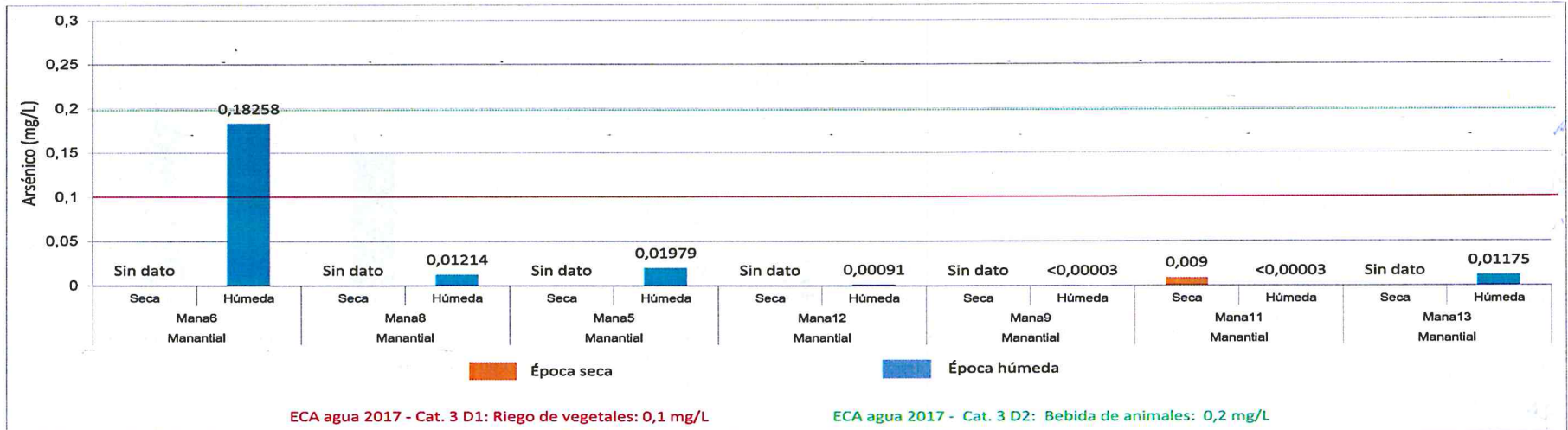


Figura 7- 54. Arsénico en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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

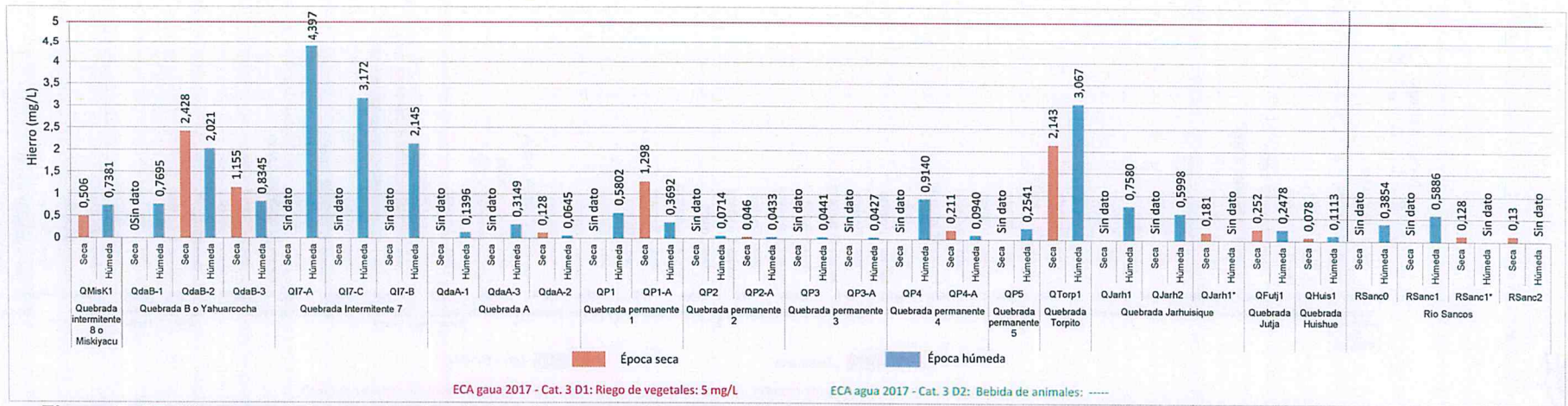


Figura 7- 55. Hierro en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

Handwritten notes in blue ink on the left margin, including the number '2' and various symbols and lines.

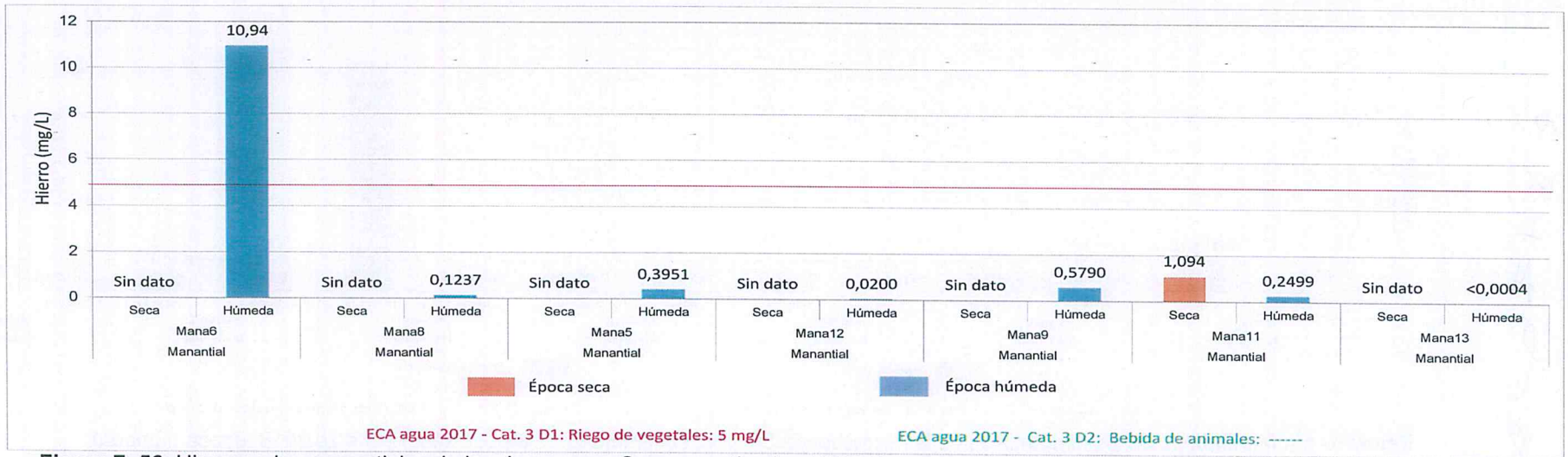


Figura 7- 56. Hierro en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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

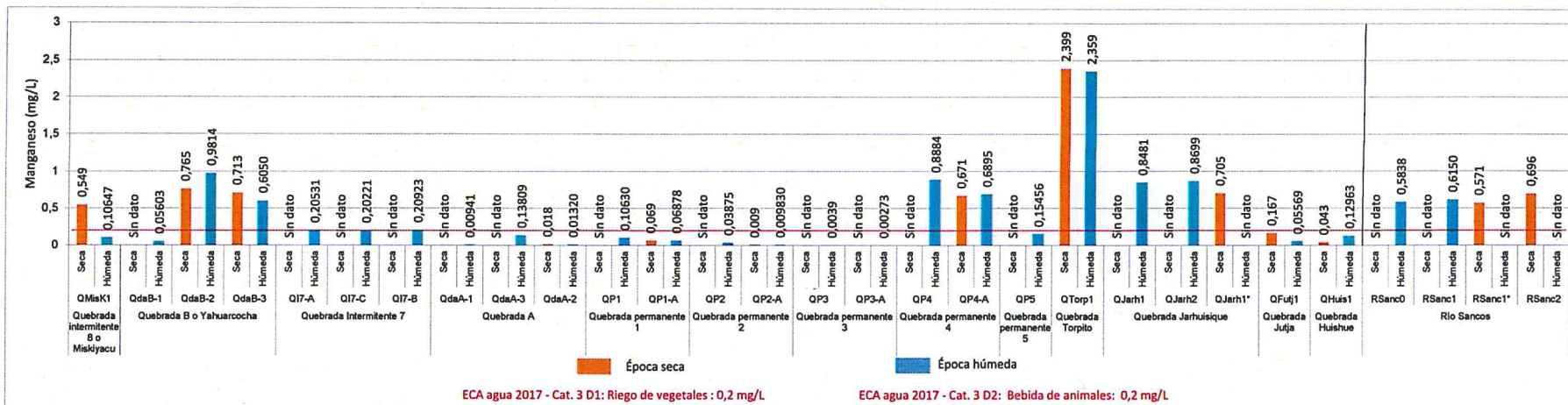


Figura 7- 57. Manganese en el río y quebradas de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

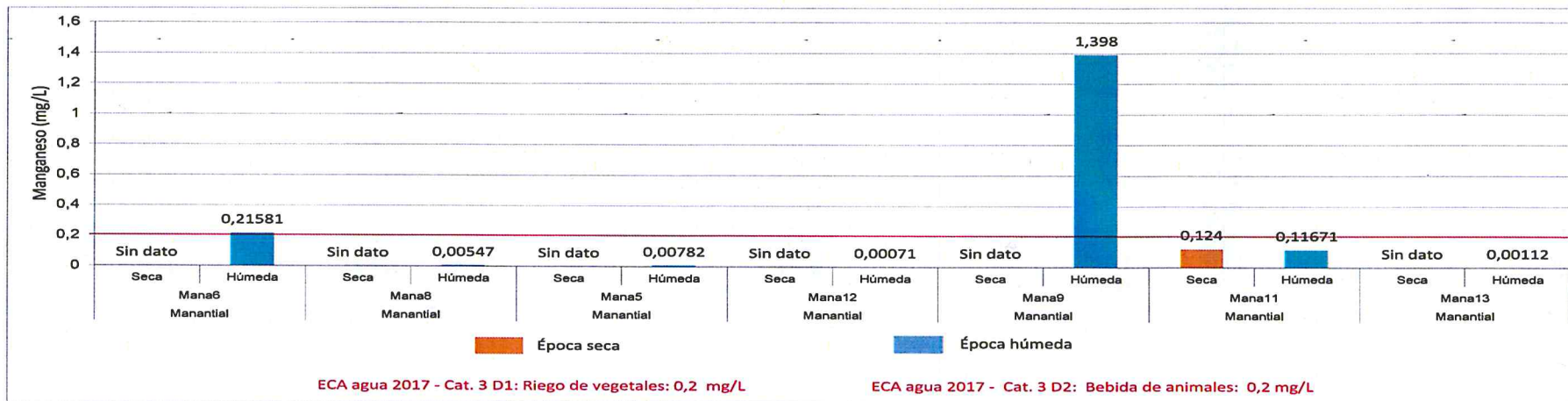


Figura 7- 58. Manganese en los manantiales de la microcuenca Sancos, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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



7.2.2 Aire

Los resultados meteorológicos en el área de influencia del PM Sancos se detallan en la Tabla 7-5. La temperatura varió entre 2,5 °C y 20,5°C, la humedad registró valores entre 17 % y 86,7 %, la presión atmosférica presentó valores entre 731,6 mbar y 746,4 mbar y la velocidad de viento registró valores promedios entre 1,0 m/s y 2,3 m/s y un máximo valor de 5,9 m/s en la estación AI-03 en el sector Lambrepampa donde solo se colocó una estación meteorológica.

Tabla 7- 5. Resumen de parámetros meteorológicos en el área de influencia del PM Sancos

Estaciones meteorológicas	Parámetro meteorológico	Promedio	Máximo	Mínimo
AI-01	Presión (mbar)	744,8	746,4	743,5
	Temperatura(°C)	13,1	20,3	8,3
	Humedad (%)	29,6	48	17
	Velocidad(m/s)	1,0	2,2	0
AI-02	Presión (mbar)	739,4	746,1	731,6
	Temperatura(°C)	13,1	20,5	5,0
	Humedad (%)	52,7	83	28
	Velocidad(m/s)	2,3	5,2	0,1
AI-03	Presión (mbar)	744,6	746,1	742,4
	Temperatura(°C)	7,3	13,1	2,5
	Humedad (%)	38,9	86,7	20,0
	Velocidad(m/s)	2,1	5,9	0,3

En la Figura 7-59 se presentan las rosas de viento que muestran la dirección y velocidad del viento registrada del 22 al 26 de mayo de 2018, el código, fecha y horario de muestreo de cada estación meteorológica se detalla en la Tabla 7-6.

Tabla 7- 6. Datos de las estaciones meteorológicas en el área de influencia del PM Sancos

Código	Datos		
	Fecha	Hora inicio	Hora fin
AI-01	22/05/18 al 27/05/18	11:50	10:00
AI-02	22/05/18 al 27/05/18	10:30	08:45
AI-03	22/05/18 al 27/05/18	14:00	14:00

En la estación de calidad de aire al suroeste del proyecto minero (AI-01), los vientos provienen con mayor frecuencia del sureste (SE), suroeste (SW), seguido de vientos de noroeste (NW) y en menor frecuencia de vientos del norte (N) y del noreste (NE).

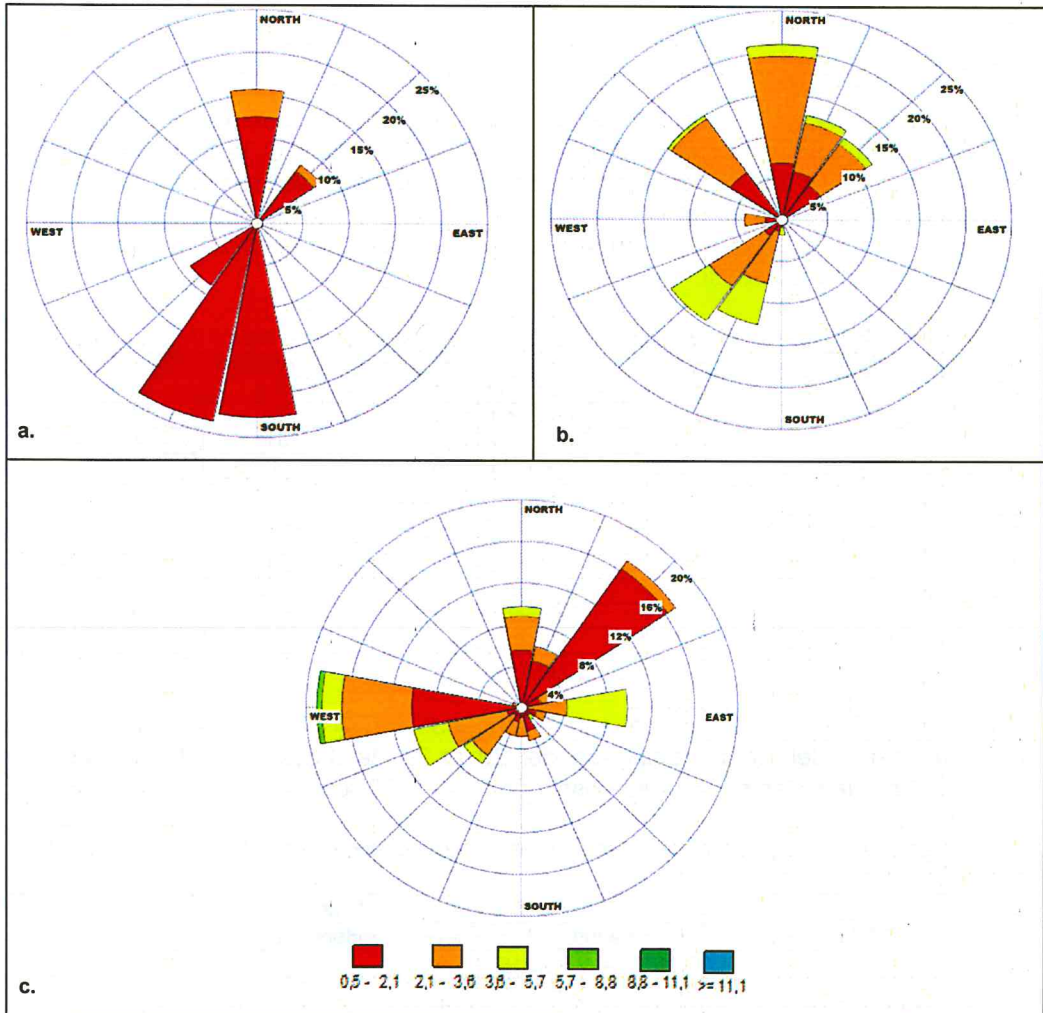
En la estación de calidad de aire al este del proyecto minero (AI-02), los vientos provienen con mayor frecuencia del sureste (SE), suroeste (SW), seguido de vientos de noroeste (NW) y en menor frecuencia de vientos del norte (N) y del noreste (NE).

La estación meteorológica en el sector Lambrepampa en el área del PAD de lixiviación proyectado (AI-03), los vientos provienen con mayor frecuencia del oeste (W), noreste (NE), y en menor frecuencia de vientos del norte (N), este (E) y oestesuroeste (WSW).

1
 2
 G
 X
 A
 R
 A
 M



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



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a vertical list of letters: A, X, H, L, D, RA, H, Q.

Figura 7- 59. Rosa de vientos de las estaciones de calidad de aire a. AI-01 (suroeste), b. AI-02 (este) y c. AI-03 (sector Lambrepampa) del 22 al 27 de mayo de 2018

Se presenta los resultados de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) y material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) en aire ubicados al suroeste del proyecto en el poblado Sancos y al este del proyecto en el Anexo Pueblo Nuevo comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para aire del D.S. N.º 003-2017-MINAM (en adelante ECA aire 2017) y los resultados de metales en PM10 comparados con la norma referencial *Ontario's Ambient Air Quality Criteria* (2012) del Ministerio del Medio Ambiente de Ontario – Canadá

El mayor detalle de los resultados de aire se encuentra en el Anexo 4.2 (reporte de resultados).

En la Figura 7-60 se observa que los resultados de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) y material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) registrados en los 5 días de evaluación desde el 22 al 26 de mayo de 2018 no incumplieron los ECA para aire 2017 en las 2 estaciones.



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

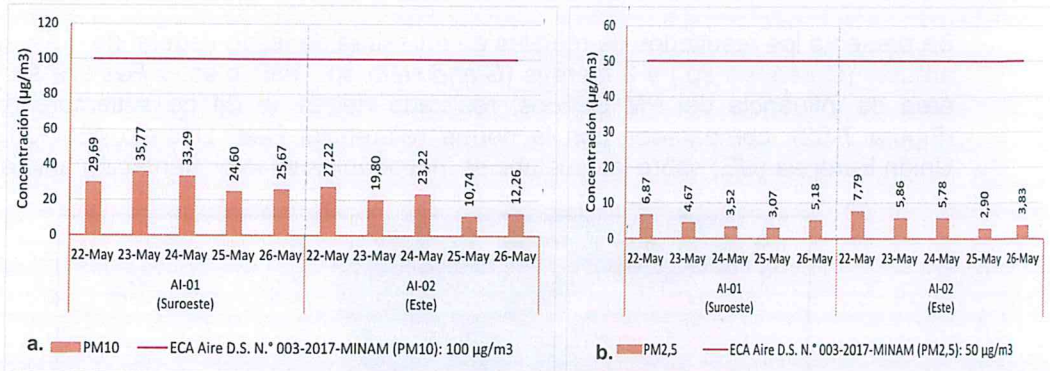


Figura 7- 60. a. Material particulado PM₁₀ y b. PM_{2,5} en el área de influencia del PM Sancos comparados con los ECA aire 2017

Los resultados de la concentración de los metales antimonio (Sb), arsénico (As), berilio (Be), boro (B), cadmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), estaño (Sn), estroncio (Sr), hierro (Fe), manganeso (Mn), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plata (Ag), plomo (Pb), selenio (Se), titanio (Ti), uranio(U), vanadio (V) y zinc (Zn) evaluados no superaron la norma referencial de *Ontario's Ambient Air Quality Criteria* (2012) del Ministerio del Medio Ambiente de Ontario – Canadá.

7.2.3 Ruido

Se presenta los resultados de los niveles de presión sonora registrados en 11 puntos de monitoreo en el área de influencia del PM Sancos del 25 de mayo de 2018 comparados con la norma vigente, Estándares de Calidad Ambiental para Ruido del D.S. N.º 085-2003-PCM - zona residencial y zona industrial (en adelante ECA ruido 2003)

Los puntos de monitoreo RU-02 en el Anexo Pueblo Nuevo, RU-05 y RU-06 en poblado Sancos, fueron comparados con el valor establecido para zona residencial de los ECA ruido 2003, por encontrarse en un área con presencia de población.

Los otros puntos de monitoreo circundantes a las vías de acceso del proyecto minero fueron comparados con el valor establecido para zona industrial de los ECA para ruido por encontrarse dentro de una concesión minera autorizada para dicha actividad. En la Figura 7-61 se observa que los niveles de presión sonora registrados el 25 de mayo en horario diurno no incumplieron el valor establecido en el ECA ruido 2003 en todos los puntos de monitoreo.

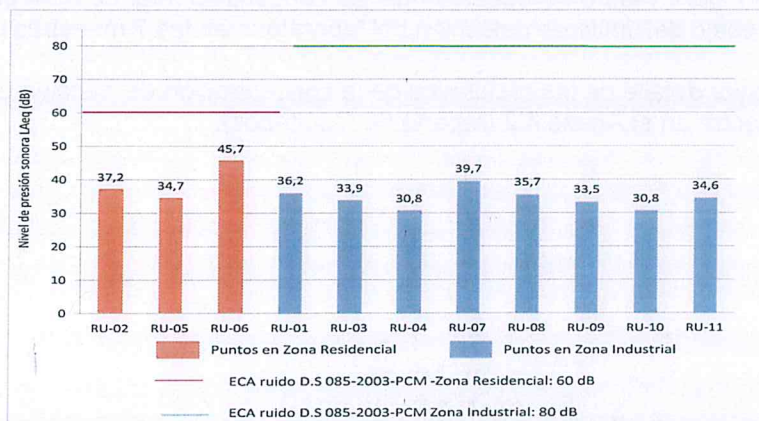


Figura 7- 61. Nivel de presión sonora en L_{Aeq} en el área de influencia del PM Sancos comparados con el ECA ruido 2003



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin, including a large '2' and several illegible signatures.



7.2.4 Tejido vegetal

Se presenta los resultados de metales en muestras de tejido vegetal de 4 especies : 1 arbusto (*Coreopsis* sp.) y 3 hierbas (*Glandularia* sp., *Vulpia* sp. y *Festuca* sp.) en el área de influencia del PM Sancos, realizado del 22 al 24 de setiembre de 2017 (Figura 7-62), comparados con la norma referencial Real Decreto 465/2003 de la Unión Europea (UE) sobre las sustancias indeseables en la alimentación animal.

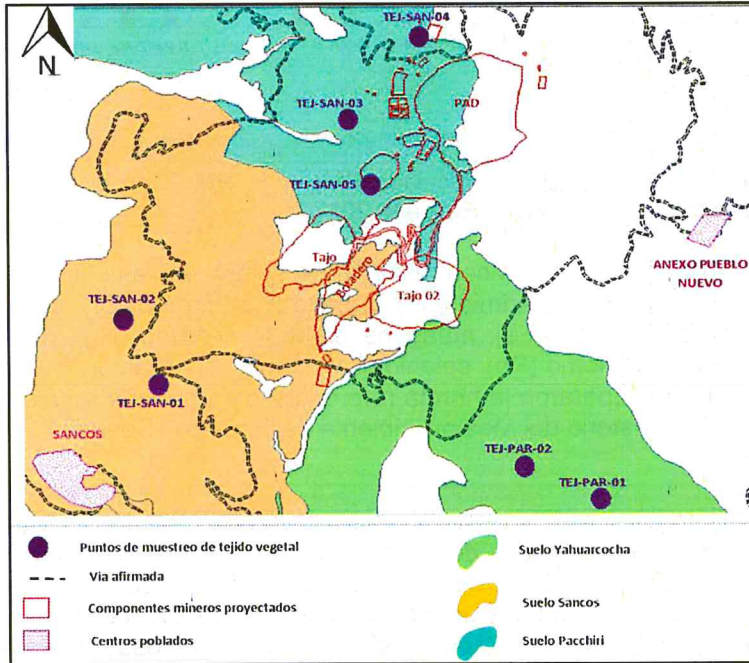


Figura 7- 62. Esquema de la ubicación de puntos para la toma de muestra de tejido vegetal

En la Figura 7-63 a se observa que las concentraciones de arsénico total en la parte aérea de 5 muestras de tejido vegetal (TEJ-SAN-02, TEJ-SAN-04, TEJ-SAN-05, TEJ-PAR-01 y TEJ-PAR-02) superaron el valor establecido en el Real Decreto 465/2003 de la UE.

En la Figura 7-63 b y Figura 7-63 c se observa que las concentraciones de cadmio y plomo total en la parte aérea de las 7 muestras de tejido vegetal no superaron los valores establecidos en el Real Decreto 465/2003 de la UE.

En la Figura 7-63 d se observa que las concentraciones de mercurio total estuvieron por debajo del límite de detección del laboratorio en las 7 muestras de tejido vegetal.

El mayor detalle de los resultados de la concentración de metales en tejido vegetal se encuentra en el Anexo 4.2 (reporte de resultados).



Vertical handwritten text in blue ink: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z



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

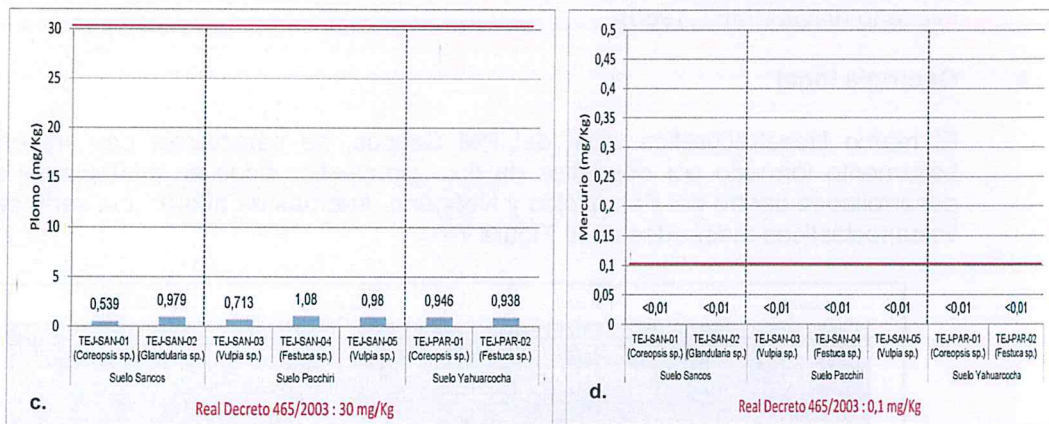
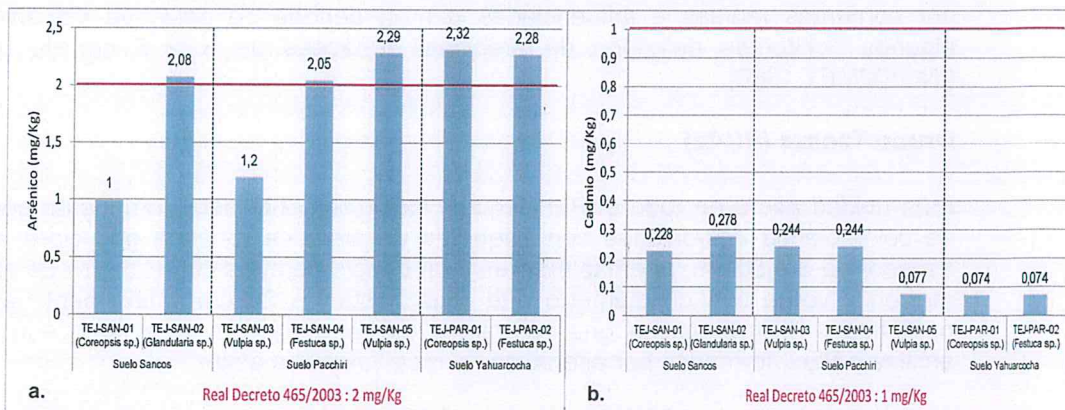


Figura 7- 63. Metales en muestras de tejido vegetal del área de influencia del PM Sancos comparados con los valores del Real Decreto 465/2003 de la UE

7.3 Resultados de estudios especializados

7.3.1 Caracterización geológica

El PM Sancos está representada por rocas volcánicas del grupo Barroso (Neógeno), grupo Tacaza (Mioceno) y una serie de rocas volcanoclásticas que se desarrollaron contemporáneamente a los movimientos tectónicos, así como también depósitos recientes (cuaternarios). Las rocas del neógeno estan representadas por una serie de flujos volcánicos correspondientes al centro volcánico Apumayo, en tanto que las rocas del mioceno al centro volcánico Ichuorcco.

a. Geología regional

Regionalmente el PM Sancos, hacia el sur comprende rocas que pertenecen al cretácico superior e inferior; mientras que, en la parte central por rocas del paleógeno, Formación Para y Tacaza.

Formación Para (Pg-pa)

Esta unidad aflora al este del PM Sancos, compuesta por rocas volcanosedimentarias, e intercalaciones de areniscas tobáceas de grano fino, blancas y verdes. Además de presentar areniscas conglomerádicas con abundante cuarzo.



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

Las rocas sedimentarias de esta unidad son de origen lacustre, ya que fue acarreado por corrientes rápidas e influenciadas por un período de actividad volcánica con algunos horizontes delgados de areniscas tobáceas de 3 a 5 cm de espesor (INGEMMET,1980).

Grupo Tacaza (PN-ta)

Esta unidad aflora en todo el PM Sancos, litológicamente está compuesto por tobas de color blanco intercaladas con paquetes de arenisca tobácea gris clara, con un espesor de 2 a 50 cm, además de presentar conglomerados con rodados de andesita marrón y verde con un diámetro que llega hasta los 20 cm y finalmente andesita porfirítica y microbrechosa gris verdosa a marrón. Asimismo, se tiene abundantes arcillas y sílex, formados por alteración de roca volcánica ácida.

Esta unidad representa la fase volcánica que se desarrolló contemporáneamente a los movimientos tectónicos, mayormente con levantamientos epigenéticos durante el mioceno (INGEMMET,1980).



b. Geología local

El marco litoestratigráfico local del PM Sancos, se caracteriza por presentar un basamento formado por depósitos de flujo piroclástico ricos en cristales de cuarzo, desarrolladas dentro del Paleozóico y Neógeno. Además de aflorar una serie de rocas volcanoclásticas mostradas en la Figura 7-64.

Handwritten notes in blue ink: an arrow pointing up, the number '2', and several scribbled-out lines.

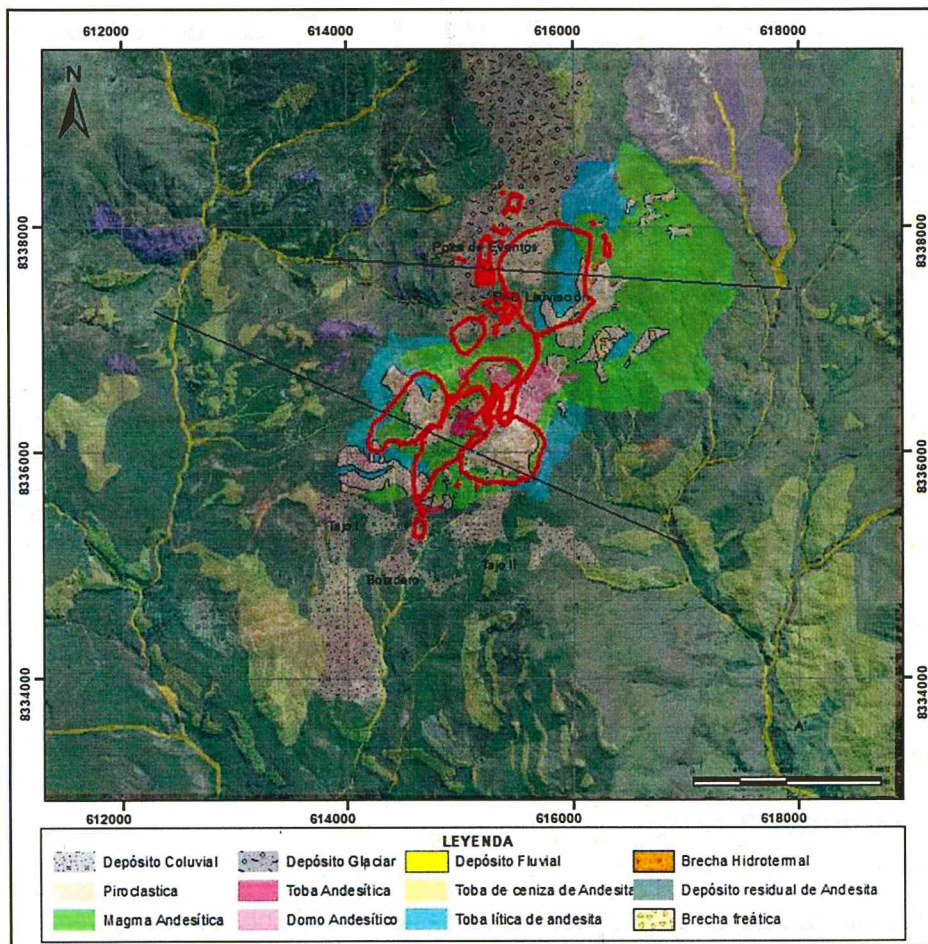


Figura 7- 64. Litoestatigrafía local del PM Sancos



b.1 Caracterización geológica del Botadero, Tajo 01, Tajo 02 y PAD de lixiviación proyectados

Al sur de los componentes proyectados (Botadero, Tajo 01 y Tajo 02) se observó la presencia de afloramientos de tobas dacíticas y andesíticas cuyas características texturales se deben ampliamente a la erosión y alteración hidrotermal, generando de esta manera pigmentaciones en las rocas de coloración verde, amarillenta, blanca y parda.

En el cauce de la quebrada B o Yahuarcocha, la cual nace en el Tajo 02 proyectado, se observó 2 tipos de afloramientos:

(a) Tobas andesíticas de color blanca amarillenta, con alteración hidrotermal argílica sin planos de flujo y compuesta principalmente de fragmentos líticos en una matriz fina de color grisáceo masiva y con clastos sin dirección preferente. Figura 7-65 a.

(b) Brechas freatomagmáticas con contenido de fragmentos de roca andesítica clastosoportada en una matriz afectada por alteración sílica y argílica, cuyos líticos son fragmentos de basaltos, basaltos vesiculares y tobas. Figura 7-65 b.



Handwritten notes and signatures on the left margin, including an arrow pointing to the stamp and the name 'RAMA'.

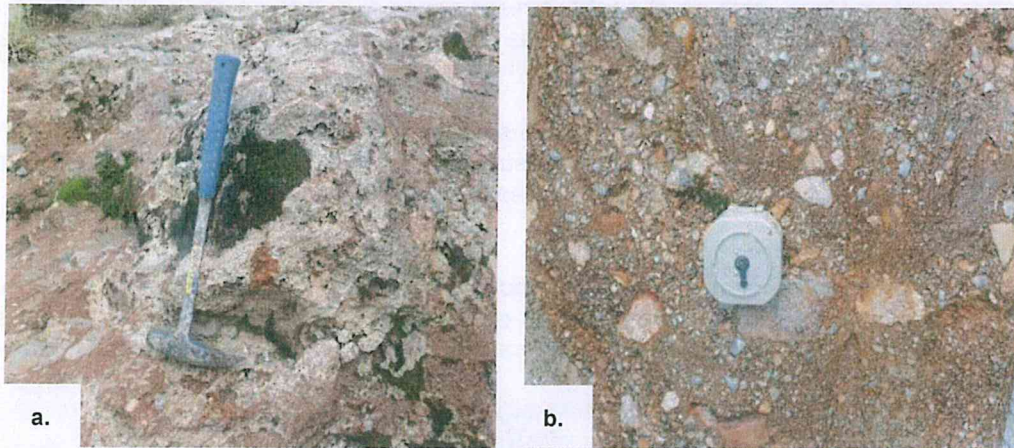


Figura 7- 65. Vista de a.Tobas andesíticas y b. Brechas freatomagmáticas

En la Figura 7-66, se observa un afloramiento de andesita con textura porfídica y matriz fanerítica de color gris claro y gris verdoso. Además, cuenta con fenocristales blancos de plagioclasa, máficos y anfíboles, asimismo presenta alteración argílica y propilítica, siendo esta última la más abundante.

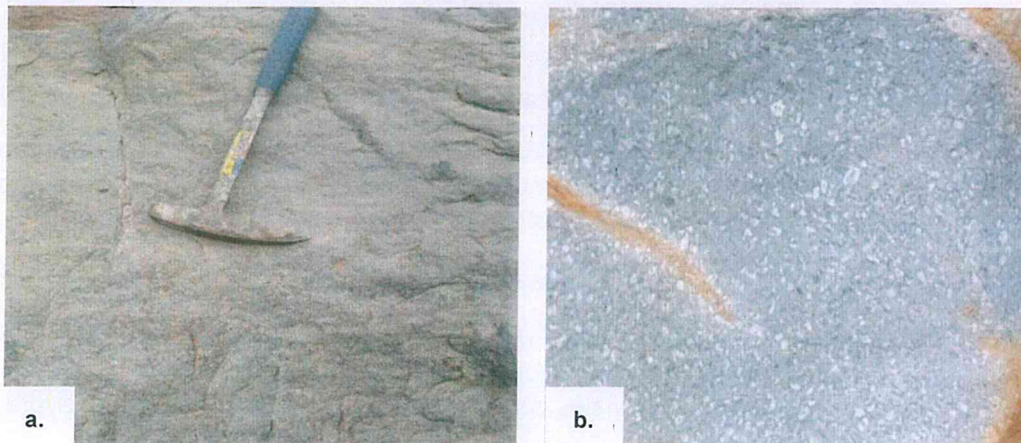


Figura 7- 66. Vista de afloramiento de andesita

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

Las brechas volcánicas líticas se ubican en el área circundante a los componentes: Tajo 01, Tajo 02 y Botadero proyectados y al este del Pad de lixiviación proyectado. Estos conforman afloramientos consolidados, de coloración marrón oscuro y rojizo cuando se impregnan de una capa de meteorización. Además, se encuentran clasto soportadas en una matriz tobácea y poseen numerosos clastos angulosos a subangulosos que corresponden mayoritariamente a tobas, lapillis e inclusiones de ceniza volcánica.

Existen también brechas aglomerádicas coluviales de hierro, pobremente cementada con fragmentos de roca que forman capas masivas con distribución caótica de matriz soportada que pasan transicionalmente a una brecha clasto sostenida.

Los clastos de las brechas son angulosos a subangulosos, caracterizadas por ser heterométricas (3-50 cm). Asimismo, la matriz es tobácea de coloración variable, originada por los clastos que la constituyen como andesitas argilizadas, lapillis, entre otras.

La abundancia de brechas freatomagmáticas, hidrotermales y piroclásticas, junto con la morfología y sentido de desplazamiento que presentan las coladas en la parte central donde se encuentran los componentes mineros proyectados Tajo 01 y Tajo 02 sugieren que, este es el centro emisor principal donde se depositó la mineralización. Es importante mencionar que las facies proximales y distales eruptivos a ella corresponderían a sucesos posteriores.

En la Figura 7-67 a y Figura 7-67 b se observa rocas volcanoclásticas andesíticas con un alineamiento preferencial de estratificación este a oeste, cuyos afloramientos se encuentran distribuidos al noroeste y noreste de los componentes mineros proyectados.

Gran parte de ellas cubren las coladas de lava andesítica explicando de esta manera periodos de tranquilidad entre los episodios de actividad volcánica y se distribuyen ampliamente a lo largo de las quebradas.

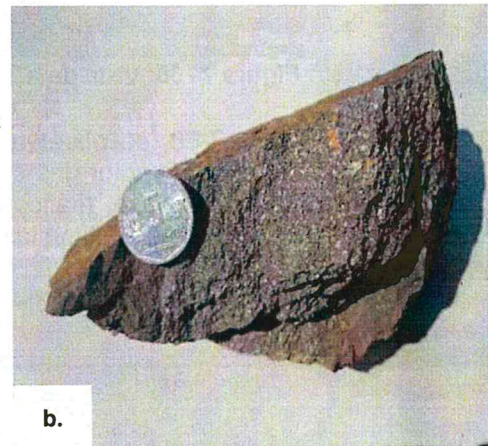


Figura 7- 67. Vista de a. Afloramiento de rocas volcanoclásticas andesíticas mostrando su estratificación preferente y b. muestra macroscópica

Se diferenció 3 tipos de depósitos cuaternarios: a) aquellos que son generados por el material volcánico denominado depósitos residuales andesíticos que están constituidos por fragmentos de roca andesítica y tobas andesíticas, b) depósitos coluviales que se encuentran ubicados en la ladera de los cerros Chucchupata e Ñahuato y c) depósitos fluviales constituidos por fragmentos de rocas mayores a cinco

Diagrama de flujo con un círculo superior que contiene el logo de OEFA y el texto "SUCESOS DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL - OEFA - TRANSICIÓN CIENTÍFICA". Una flecha apunta hacia abajo desde el círculo, seguida de una serie de símbolos y letras: una 'Z', un símbolo que parece una 'W' o 'H', una 'X', una 'A', una 'R', una 'P', una 'D', una 'RA', una 'H', y un círculo.



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

centímetros, arenas y arcillas. Estos depósitos se distribuyen a lo largo de las quebradas y ríos que conforman las microcuencas Sancos y Para.

Los depósitos fluviales están constituidas por fragmentos de roca mayores a 5 cm, arenas y arcillas distribuyéndose a lo largo de las quebradas pertenecientes a las cuencas Sancos y Para como en la quebrada intermitente 7 donde se observó 3 eventos recientes de sedimentación. Figura 7-68.



Figura 7- 68. Vista fotográfica de los tres eventos de sedimentación en la quebrada intermitente 7

En la sección geológica A-A (Figura 7-69), se observa que en el área de influencia de los componentes proyectados Tajo 01 y Tajo 02 se encuentran aflorantes las brechas freáticas relacionadas a la mineralización y que son controladas estructuralmente por fallas inversas de moderado ángulo; en tanto que las tobas líticas se encuentran en contacto directo con la zona del magma andesítico. Además, los Depósitos residuales de andesita, se distribuyen de manera uniforme en todo el área de influencia del PM Sancos al igual que los depósitos fluviales.

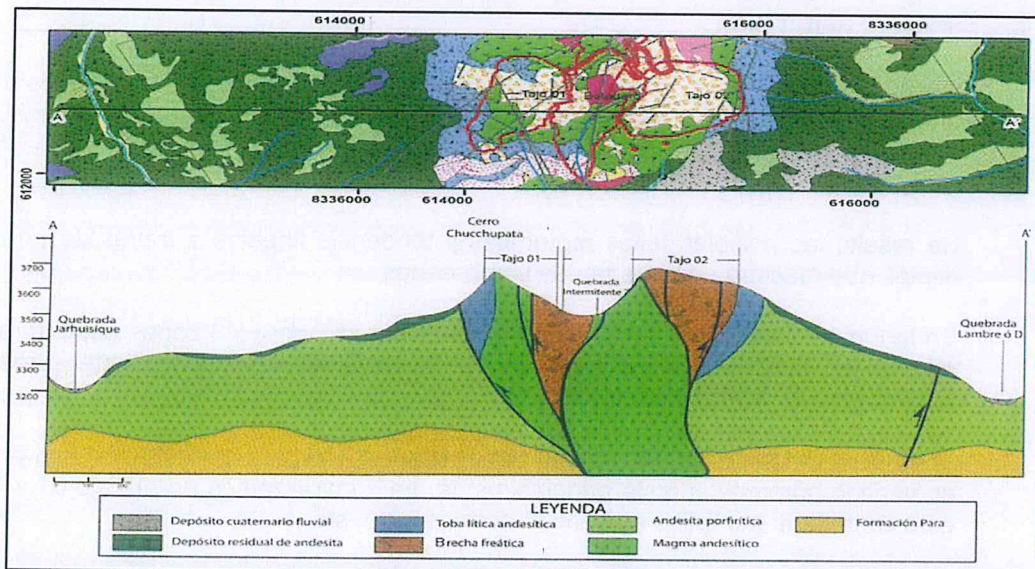


Figura 7- 69. Sección geológica A-A del Tajo 01, Tajo 02 y Botadero proyectados en el área de influencia del PM Sancos



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin, including an arrow pointing up and various initials.



En la sección geológica B-B (Figura 7-70) se observa que en el área del PAD de lixiviación proyectado afloran al sureste brechas freáticas que hospedan la mineralización; en tanto que al noroeste están representados por tobas líticas andesíticas cubiertas por depósitos morrénicos, así como también los depósitos residuales de andesita.

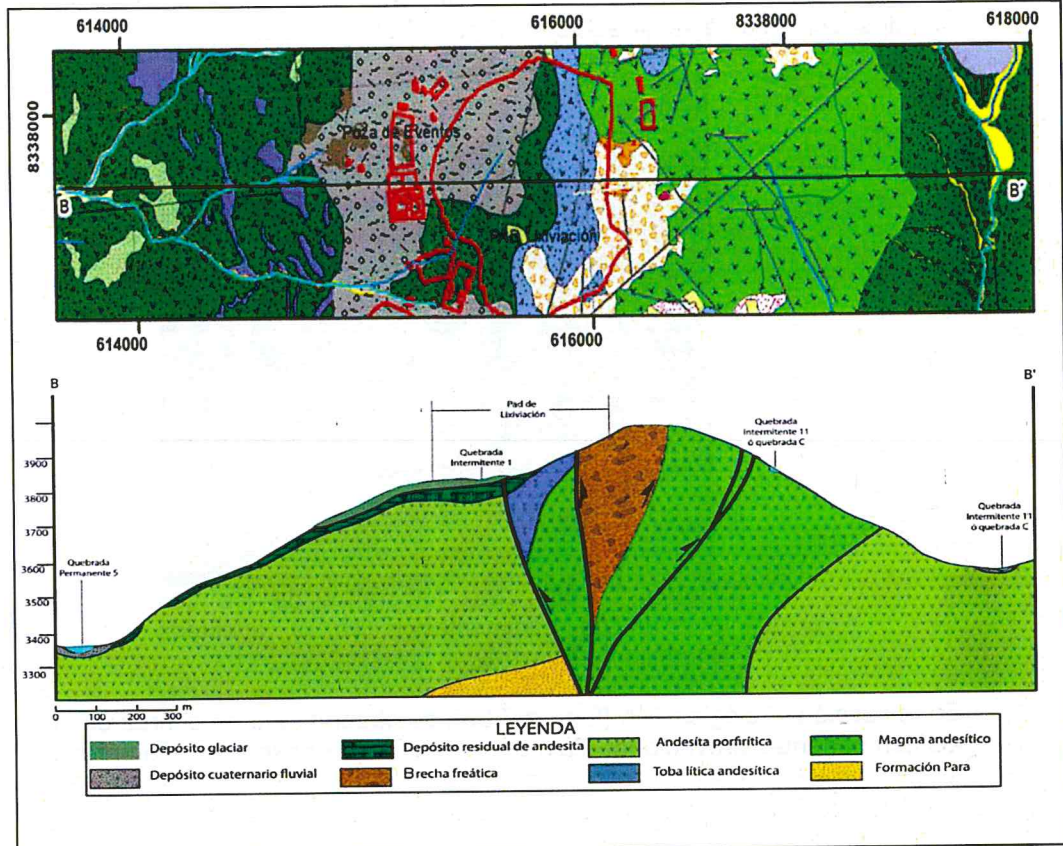


Figura 7- 70. Sección geológica B-B del Pad de lixiviación proyectado en el área de influencia del PM Sancos

c. Geología estructural

Regionalmente el área de estudio está relacionado a movimientos tectónicos del ciclo andino. Las principales zonas estructurales se diferencian según su magnitud y el estilo de deformación además de la variabilidad e intensidad de esfuerzos compresivos o distensivos.

Se resaltó las posibles fallas regionales y tendencia lineales a través de un modelo digital, que muestra una imagen de sombreados.

En la Figura 7-71 se observa que el área de estudio posee 3 zonas estructurales: La primera en sentido noreste suroeste, la segunda en sentido noroeste sureste y la tercera zona en sentido norte sur.

En el área del botadero proyectado se encuentra afectada estructuralmente por fallas en sentido noroeste sureste principalmente. La mineralización en el Tajo 01 y Tajo 02 está controlada por fallas en sentido noreste suroeste.

Las fallas obtenidas a través del procesamiento de imágenes satelitales presentan extensiones considerables y posible relación con los centros volcánicos Apumayo e

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100



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

Ichuorcco. Es importante mencionar que la falla por sobrescurrimiento de mayor extensión ubicada al este del PM Sancos sitúa el contacto de la formación Para y Tacaza.

La alineación de las fallas hacia el oeste del área de estudio sugiere la presencia de la fase volcánica que se desarrolló contemporáneamente a los movimientos tectónicos, a manera de levantamientos epirogenéticos en el Mioceno pertenecientes a la Fase Quechua.



Handwritten notes and signatures in blue ink, including the name 'C. H. D.' and various initials.

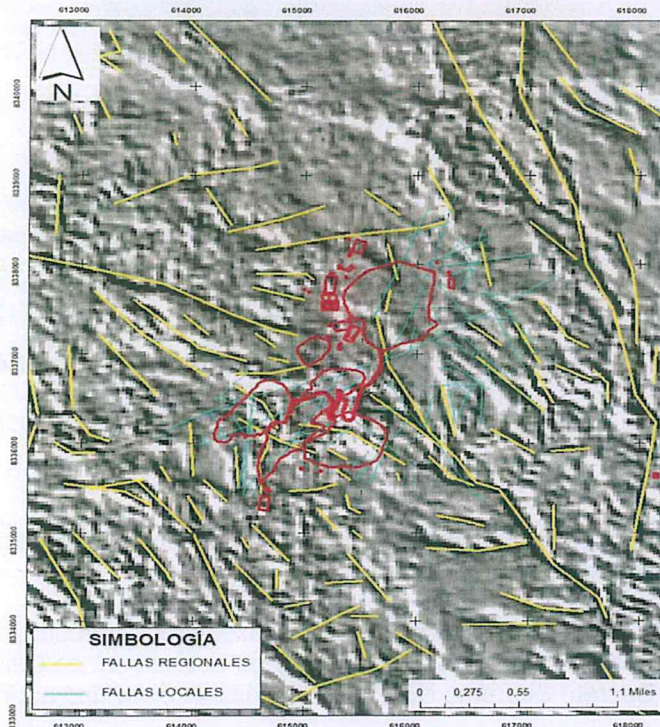


Figura 7- 71. Vista de los rasgos estructurales (fallas) del área de influencia del PM Sancos

En relación a las estructuras encontradas en el área de estudio, destaca la presencia de 3 familias de diaclasas en rocas volcanoclásticas andesíticas. El diaclasamiento y fracturamiento encontrado es de carácter variable en dimensión e intensidad. Se observó la variabilidad en el relleno de discontinuidades, algunas de ellas rellenas por material fino (limo o arcilla) de coloración amarillenta de origen hidrotermal, mientras que otras se encuentran sin relleno. Figura 7-72 a y Figura 7-72 b.

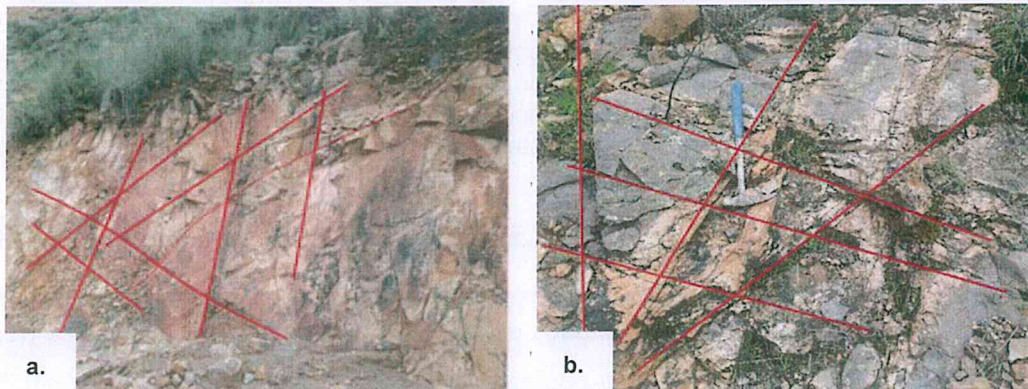


Figura 7- 72. Vista de familias de diaclasas



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

7.3.2 Nivel de fondo de metales en suelo

En la Tabla 7-7 se presentan los niveles de fondo y niveles de referencia para 24 metales, calculados de acuerdo a la metodología propuesta por la U.S. EPA., en los 3 tipos de suelo Sancos, Pacchiri y Yahuarcocha del área de influencia del PM Sancos.

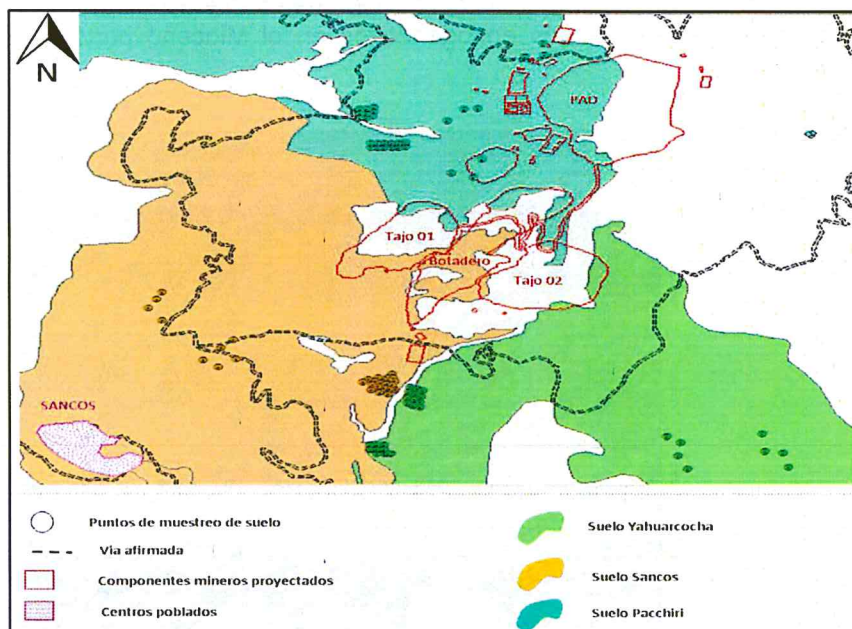


Figura 7- 73. Esquema de ubicación de los puntos de muestreo de suelo para determinar el nivel de fondo

Los niveles de fondo calculados para arsénico, bario, mercurio, plomo se encontraron por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo del Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAM para uso agrícola.

Los resultados obtenidos mediante el tratamiento estadístico de las concentraciones de metales en las muestras de los suelos de Sancos, Pacchiri y Yahuarcocha se muestran en las fichas estadísticas (tablas y gráficos) del Anexo 5.1, donde se muestra el análisis para cada metal.

No se realizó cálculos de nivel de fondo y referencia de cadmio en los suelos Sancos, Pacchiri y Yahuarcocha; de berilio, cobalto, cobre y níquel en el suelo Sancos; níquel y molibdeno en el suelo Pacchiri y; molibdeno en el suelo Yahuarcocha por encontrarse sus concentraciones en su mayoría por debajo del límite de detección del laboratorio.

Las tablas del Anexo 5.1 presentan el resumen de los datos estadísticos más característicos de la población original como la media, la mediana la desviación estándar, asimetría, curtosis, coeficiente de variación, primer y tercer cuartil; además se hace mención al tipo de distribución, si es normal, lognormal, gamma o no paramétrica.

Los gráficos del Anexo 5.1 corresponden a histograma, diagrama de cajas y bigotes, y gráficos de normalidad.

El mayor detalle de los resultados de suelo se encuentra en el Anexo 4.2 (reporte de resultados).



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

Tabla 7- 7. Nivel de fondo de metales en suelo del área de influencia del PM Sancos

N.º	Tipo de suelo	Sancos		Pacchiri		Yahuarcocha		ECA suelo de uso agrícola D.S. N.º 011-2017-MINAM
	Parámetro	Nivel de fondo	Nivel de referencia	Nivel de fondo	Nivel de referencia	Nivel de fondo	Nivel de referencia	
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	
1	Aluminio	12950	21431	23502	31218	24474	37063	-
2	Arsénico	463,8	902,1	113	379	75,25	125,9	50
3	Bario	142,6	220,9	152,2	211	151,1	221,2	750
4	Berilio	-	-	1,608	3,939	1,066	2,7	-
5	Boro	-	-	6,378	7,8	5,167	9,7	-
6	Calcio	1024	1893	4927	8697	3719	9248	-
7	Cobalto	-	-	15,09	19,3	22,1	49,94	-
8	Cobre	47,92	66,9	36,59	47,3	61,6	95,73	-
9	Cromo	8,169	13,79	11,99	18,39	14,88	25,22	-
10	Estroncio	31,2	50,94	65,81	102,7	50,09	86,04	-
11	Fósforo	468,4	693,8	593,1	1062	706,4	1109	-
12	Hierro	36518	52086	37875	46443	43726	57111	-
13	Magnesio	1505	3311	5059	8888	4850	7692	-
14	Manganeso	389,2	967,6	721,9	1127	937,5	1756	-
15	Mercurio	0,318	0,722	0,106	0,29	0,143	0,4	6,6
16	Niquel	-	-	-	-	10,75	21,78	-
17	Molibdeno	52,53	117	-	-	-	-	-
18	Plomo	55,45	103,2	49,78	165	17,02	26,2	70
19	Potasio	1256	2222	2654	2735	2147	3311	-
20	Silicio	783,1	1189	585,9	903	884,8	1433	-
21	Sodio	97,16	184,9	185,1	547	161,3	249,8	-
22	Titanio	374,4	695,9	972,1	2124	644,7	1228	-
23	Vanadio	57,39	87,34	118,3	179,5	97,3	131,3	-
24	Zinc	31,83	61,7	80,22	122	76,02	129,3	-

(-) Sin cálculo

7.3.3 Caracterización hidroquímica

A continuación se detallan los resultados de la caracterización hidroquímica en los cuerpos de agua del área de influencia del PM Sancos.

a. Parámetros de campo

La evaluación hidroquímica en setiembre 2017 (época seca) consideró 24 puntos en la microcuenca Para y Sancos (2 en el río Sancos, 2 en el río Para, 4 manantiales y 16 puntos en quebradas) y en época húmeda consideró 49 puntos (2 en el río Sancos, 2 en el río Para, 14 manantiales y 31 puntos en quebradas).

pH

En setiembre de 2017 (época seca) se registraron valores de pH que variaron entre 2,95 unidades de pH y 5,39 unidades de pH en las quebradas D o Lambre, B o Yahuarcocha, Torpito, río Sancos, 1 manantial y otras quebradas sin nombre, valores que variaron entre 5,51 unidades de pH y 7,06 unidades de pH en las quebradas A, Jarhuisique, Huishue, intermitente 8 o Miskiyacu, Larapage, ríos Sancos y Para, 3 manantiales y una quebrada sin nombre.

En marzo de 2018 (época húmeda) se registraron valores de pH que variaron entre 2,99 y 4,72 unidades de pH en las quebradas sin nombre, C, B o Yahuarcocha, D o Lambre y 4 manantiales, valores que variaron entre 5,87 unidades de pH y 7,38 unidades de pH en la quebrada A y 6 manantiales, valores que variaron entre 7,43 unidades de pH y 8,69 unidades de pH en las quebradas Jarhuisique, Futja, Huishue, Larapage, 3 quebradas sin nombre, ríos Sancos, Para y 4 manantiales.



↑
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24



Temperatura

En setiembre 2017 (época seca) la temperatura en todos los puntos evaluados varió entre 10,5 °C y 24,8 °C y en marzo 2018 (época húmeda) varió entre 10,1 °C y 22,8 °C.

Conductividad eléctrica

Los valores registrados de conductividad eléctrica permitieron representar la variación del contenido de iones (sales).

En setiembre 2017 (época seca) las quebradas registraron valores de conductividad eléctrica entre 121,7 µS/cm y 1465 µS/cm, los ríos Sancos y Para registraron valores de conductividad eléctrica entre 745 µS/cm y 1250 µS/cm y los manantiales registraron valores de conductividad eléctrica entre 291 µS/cm y 1044 µS/cm.

En marzo 2018 (época húmeda) las quebradas registraron valores de conductividad eléctrica entre 98,9 µS/cm y 1522 µS/cm, los ríos Sancos y Para registraron valores de conductividad eléctrica entre 499 µS/cm y 766 µS/cm y los manantiales registraron valores de conductividad eléctrica entre 31,3 µS/cm y 947 µS/cm.



b. Correlación estadística de Pearson

Se realizó el análisis de correlación lineal de Pearson con los resultados de conductividad eléctrica, fisicoquímicos y metales totales de los puntos evaluados para establecer el grado de asociación entre las variables analizadas.

Se seleccionaron aquellas variables que tuvieron una correlación positiva mayor o igual al 70 % (0,7), con un nivel de significancia del 5 % (0,05). Los resultados de la correlación de Pearson se presentan en el Anexo 5.2.2

En la Tabla 7-8 se observa que existe una correlación positiva significativa entre el parámetro conductividad eléctrica y los iones mayoritarios SO₄⁻², Ca⁺² y Mg⁺² y los iones minoritarios Al, Fe, Mn, Sr, Si y P.

Tabla 7- 8. Resumen de las variables correlacionadas en agua

Parámetros	Época seca	Epoca húmeda
Conductividad eléctrica	SO ₄ ,Ca,Mg, Sr	STD, SO ₄ , Al, Be, Ca, Co, Cu, Mg, Mn, Ni, Sr, Zn
Sólidos totales disueltos	-	SO ₄ , Al, Be, Ca, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Se, Zn
Iones mayoritarios	Cl	Na
	SO ₄	Ca, Mg, Sr
	Ca total	Mg, Na, Sr
	Al total	Be, Co, Cu, Fe,Mn, Ni, Zn
	As total	B, Li, Mo
	B total	Li, Mo
	Be total	Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn
	Co total	Cu, Fe, Mn, Ni, Zn
	Cu total	Fe,Mn, Ni, Zn
	Fe total	Mn, Ni, Zn
	Mn total	Ni, Zn
	Mo total	-
	Ni total	Zn
	P total	-
	Se total	-

c. Diagramas hidroquímicos

La información que proporcionaron los diagramas hidroquímicos se detalla a continuación:



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

Diagrama de Stiff

Los diagramas de Stiff muestran que las concentraciones de iones mayoritarios en los ríos y las quebradas (agua superficial) fueron desde 0 hasta 20 meq/L y en los manantiales (agua subterránea) fueron desde 0 hasta 12 meq/L en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda).

Los diagramas de Stiff (Figura 7-73 y Figura 7-74) muestran que las concentraciones predominantes de los iones mayoritarios (Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ y K⁺) en los puntos evaluados en ambas épocas se dividieron en 4 rangos:

- De 0 a 4 meq/L (7 muestras en época seca y 28 en época húmeda)
- De 0 a 8 meq/L (9 muestras en época seca y 12 en época húmeda)
- De 0 a 12 meq/L (4 muestras en época seca y 7 en época húmeda)
- De 0 a 20 meq/L (4 muestras en época seca y 2 en época húmeda)

El primer rango de color verde (0-4 meq/L) en época seca lo conformaron las quebradas permanente 1 (QP1-A), permanente 2 (QP2-A), A (Qda A-2), Larapage (QLara1 y QLara2) y 2 manantiales (Mana2 y Mana3). En época húmeda lo conformaron 10 manantiales (Mana2, Mana3, Mana4, Mana5, Mana6 y Mana7, Mana8, Mana10, Mana12 y Mana14), las quebradas A (QdaA-1, QdaA-2 y QdaA-3), B o Yahuarcocha (QdaB-1 y QdaB-3), intermitente 11 o C (QdaC-1), intermitente 7 (QI7-A, QI7-B y QI7-C), Larapage (QLara1 y QLara2), permanente 1 (QP1 y QP1-A), permanente 2 (QP2 y QP2-A), permanente 3 (QP3 y QP3-A) y permanente 5 (QP5).

El segundo rango de color amarillo (0-8 meq/L) en época seca lo conformaron las quebradas Torpito (QTorp1), permanente 4 (QP4-A), Huishue (QHuis1), B o Yahuarcocha (QdaB-2 y QdaB-3), intermitente 8 o Miskiyacu (QMisk1), el río Para (RPara1 y RPara2) y 1 manantial (Mana11). En época húmeda lo conformaron 3 manantiales (Mana9, Mana11 y Mana13), las quebradas B o Yahuarcocha (QdaB-2), Huishue (QHuis1), Jarhuisique (QJarh1 y QJarh2), intermitente 8 o Miskiyacu (QMisk1), permanente 4 (QP4 y QP4-A) y el río Para (RPara1 y RPara2).

El tercer rango de color azul (0-12 meq/L) en época seca lo conformaron las quebradas D o Lambre (QdaD-3 y QdaD-4), Futja (QFutj1) y 1 manantial (Mana1). En época húmeda lo conformaron 1 manantial (Mana1), las quebradas D o Lambre (QdaD-3 y QdaD-4), Futja (QFutj1), Torpito (QTorp1) y el río Sancos (RSanc0 y RSanc1).

El cuarto rango de color rojo (0-20 meq/L) en época seca lo conformaron las quebradas D o Lambre (QdaD-2), Jarhuisique (QJarh1*) y el río Sancos (RSanc1* y RSanc2). En época húmeda lo conformó la quebrada D o Lambre (QdaD-1 y QdaD-2).

Diagrama de Piper

Los diagramas de Piper (Figura 7-75 a y Figura 7-75 b) muestran que los puntos evaluados en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) se agruparon en 2 facies hidroquímicas.

La primera facie fue del tipo sulfatada cálcica que en época seca agrupó las quebradas D o Lambre (QdaD-2, QdaD-3 y QdaD-4), Larapage (QLara2), intermitente 8 o Miskiyacu (QMisk1), B o Yahuarcocha (QdaB-2 y QdaB-3), permanente 1 (QP1-A), permanente 2 (QP2-A), permanente 4 (QP4-A), Torpito (QTorp1), Futja (QFutj1), Jarhuisique (QJarh1*), Huishue (QHuis1), los ríos Para (RPara1 y RPara2) y Sancos (RSanc1* y RSanc2) y 2 manantiales (Mana 1 y Mana11).



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin, including a large '1' and various initials.



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

En época húmeda agrupó las quebradas D o Lambre (QdaD-1, QdaD-2, QdaD-3 y QdaD-4), Larapage (QLara2), intermitente 8 o Miskiyacu (QMisk1), intermitente 11 o C (QdaC-1), B o Yahuarcocha (QdaB-1, QdaB-2 y QdaB-3), intermitente 7 (QI7-A, QI7-B y QI7-C), A (QdaA-1, QdaA-2 y QdaA-3), permanente 1 (QP1 y QP1-A), permanente 2 (QP2 y QP2-A), permanente 3 (QP3-A), permanente 4 (QP4 y QP4-A), permanente 5 (QP5), Torpito (QTorp1), Jarhuisique (QJarh1 y QJarh2), Futja (QFutj1), quebrada Huishue (QHuis1), los ríos Para (RPara1 y RPara2) y Sancos (RSanc0 y RSanc1) y 8 manantiales (Mana1, Mana11, Mana9, Mana6, Mana14, Mana13, Mana12 y Mana10).

La segunda facie fue del tipo bicarbonatada cálcica que en época seca agrupó la quebrada Larapage (QLara1) y 2 manantiales (Mana2 y Mana3) y en época húmeda agrupó las quebradas Larapage (QLara1), permanente 3 (QP3) y 6 manantiales (Mana2, Mana3, Mana4, Mana5, Mana7 y Mana8).

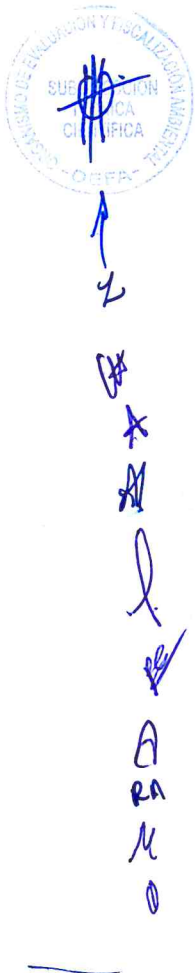
Diagrama de Ficklin

Los diagramas de Ficklin basados en el valor de pH y la suma de los metales disueltos Zn, Cu, Cd, Pb, Co y Ni en mg/L, los cuales están asociados a drenaje ácido (Figura 7-76 a y Figura 7-76 b) muestran que los puntos evaluados en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) se distribuyeron en 3 cuadrantes.

El primer cuadrante con pH cerca a neutro y baja carga de metales, en época seca lo conformaron las quebradas Futja (QFutj1), intermitente 8 o Miskiyacu (QMisk1), quebrada Larapage (QLara1 y QLara2), río Para (RPara1 y RPara2) y 3 manantiales (Mana1, Mana2 y Mana3). En época húmeda lo conformaron las quebradas permanente 1 (QP1 y QP1-A), permanente 2 (QP2 y QP2-A), permanente 3 (QP3 y QP3-A), permanente 4 (QP4 y QP4-A), A (QdaA-1, QdaA-2 y QdaA-3), intermitente 8 o Miskiyacu (QMisk1), Huishue (QHuis1), Larapage (QLara1 y QLara2) y 10 manantiales (Mana1, Mana2, Mana3, Mana4, Mana5, Mana7, Mana8, Mana10, Mana12 y Mana13).

El segundo cuadrante con pH cerca a neutro y alta carga de metales, en época seca lo conformaron las quebradas A (QdaA-2), permanente 1 (QP1-A), permanente 2 (QP2-A), permanente 4 (QP4-A), Huishue (QHuis1) y Jarhuisique (QJarh1*) y el río Sancos (RSanc1* y RSanc2). En época húmeda lo conformaron las quebradas permanente 5 (QP5), Futja (QFutj1), Jarhuisique (QJarh2) y los ríos Sancos (RSanc0 y RSanc1) y Para (RPara1 y RPara2).

El tercer cuadrante con pH ácido y alta carga de metales, en época seca, lo conformaron las quebradas D o Lambre (QdaD2, QdaD-3 y QdaD-4), Torpito (QTorp1), B o Yahuarcocha (QdaB-2 y QdaB-3) y 1 manantial (Mana11) y en época húmeda lo conformaron las quebradas D o Lambre (QdaD-1, QdaD-2, QdaD-3 y QdaD-4), Torpito (QTorp1), B o Yahuarcocha (QdaB1, QdaB-2 y QdaB-3), intermitente 11 o C (QdaC-1), intermitente 7 (QI7-A, QI7-C y QI7-B), Jarhuisique (QJarh1) y 4 manantiales (Mana6, Mana9, Mana11 y Mana14).





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

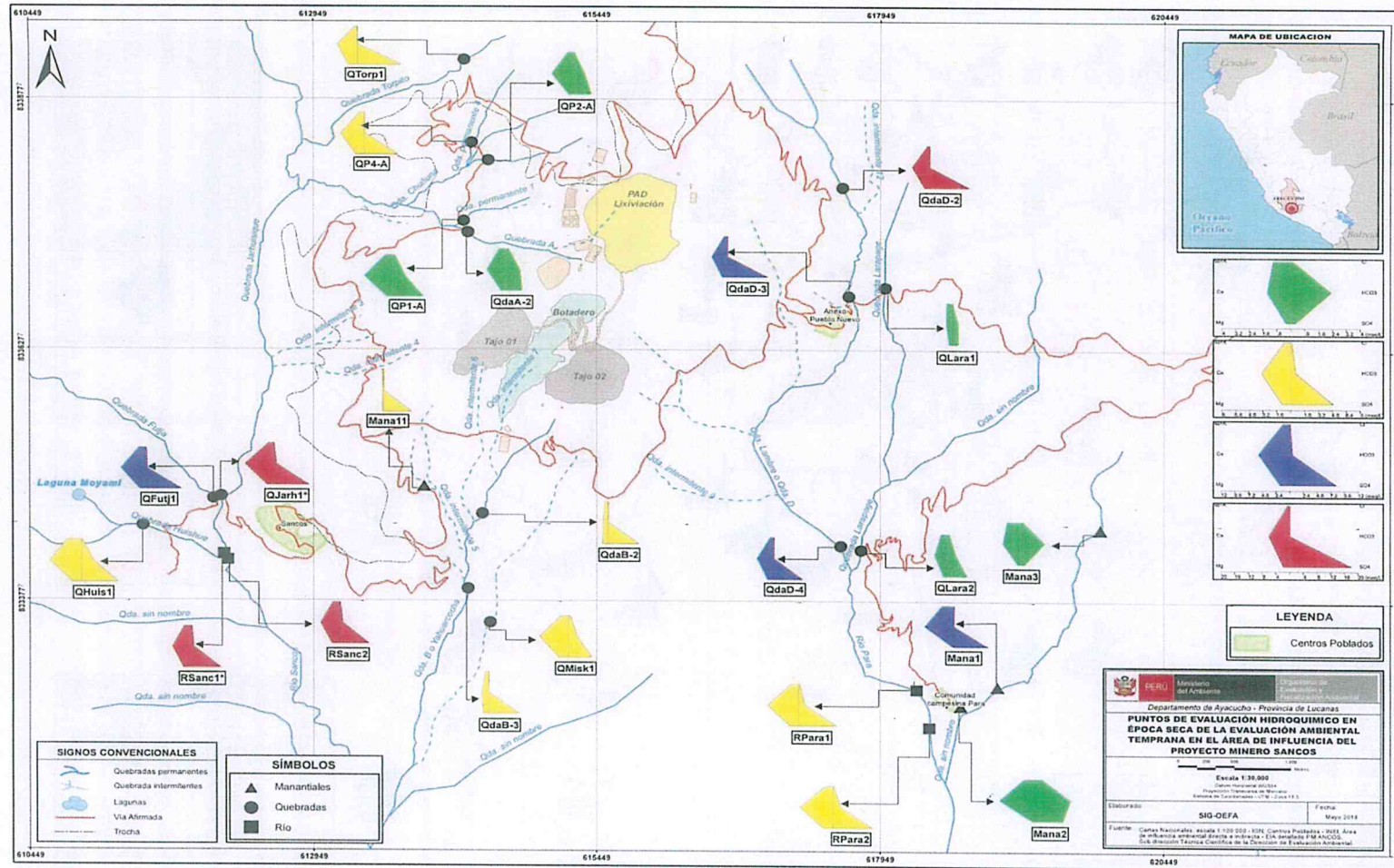


Figura 7- 74. Distribución de los diagramas de Stiff en los puntos de agua evaluados en el área de influencia del PM Sancos en setiembre 2017 (época seca)



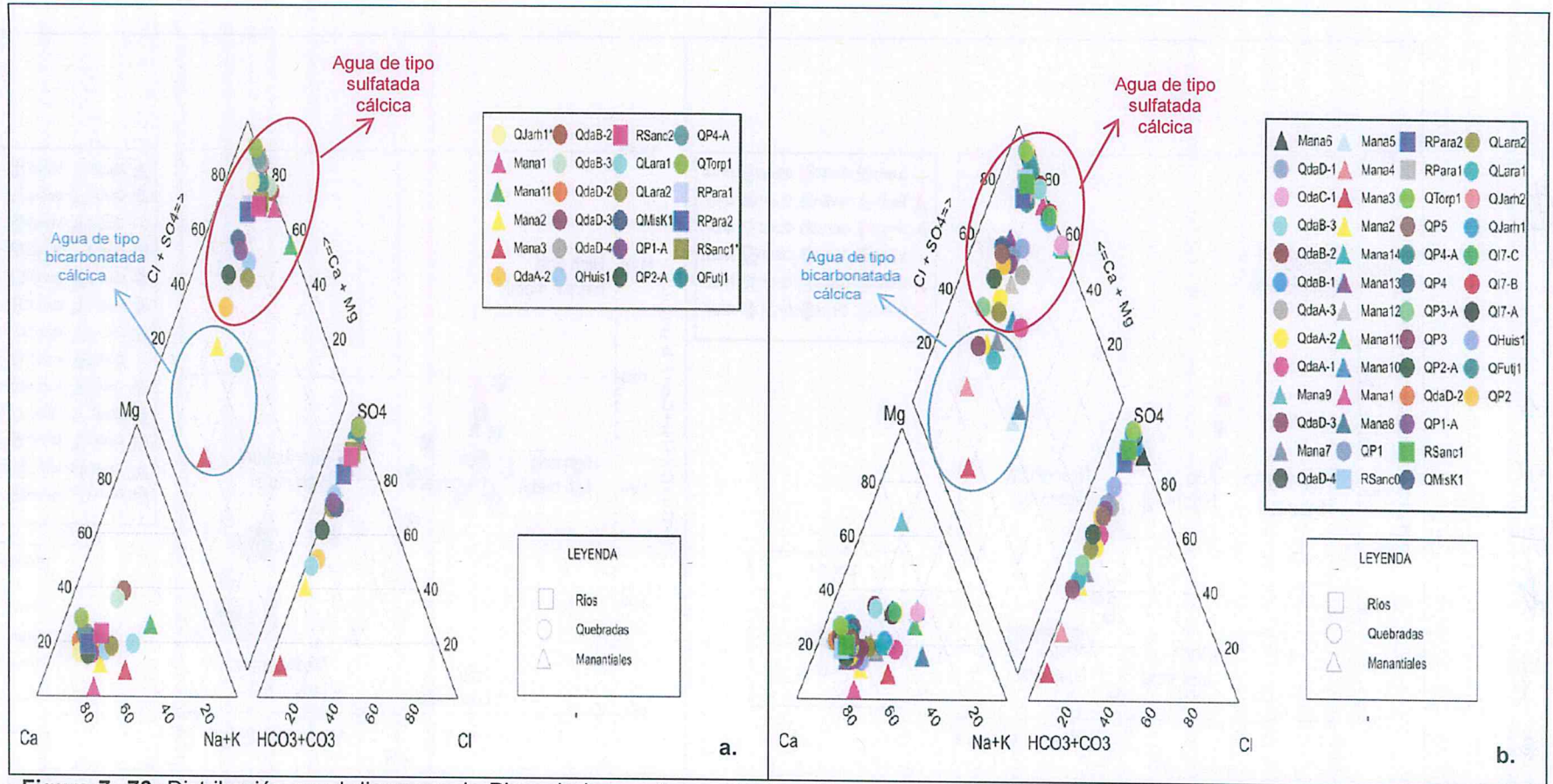
Handwritten notes in blue ink, including the number '2' and various symbols and letters.



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



Z
cto
X
A
l
D
PA
M
O





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



Handwritten notes in blue ink, including a vertical list of letters and symbols.

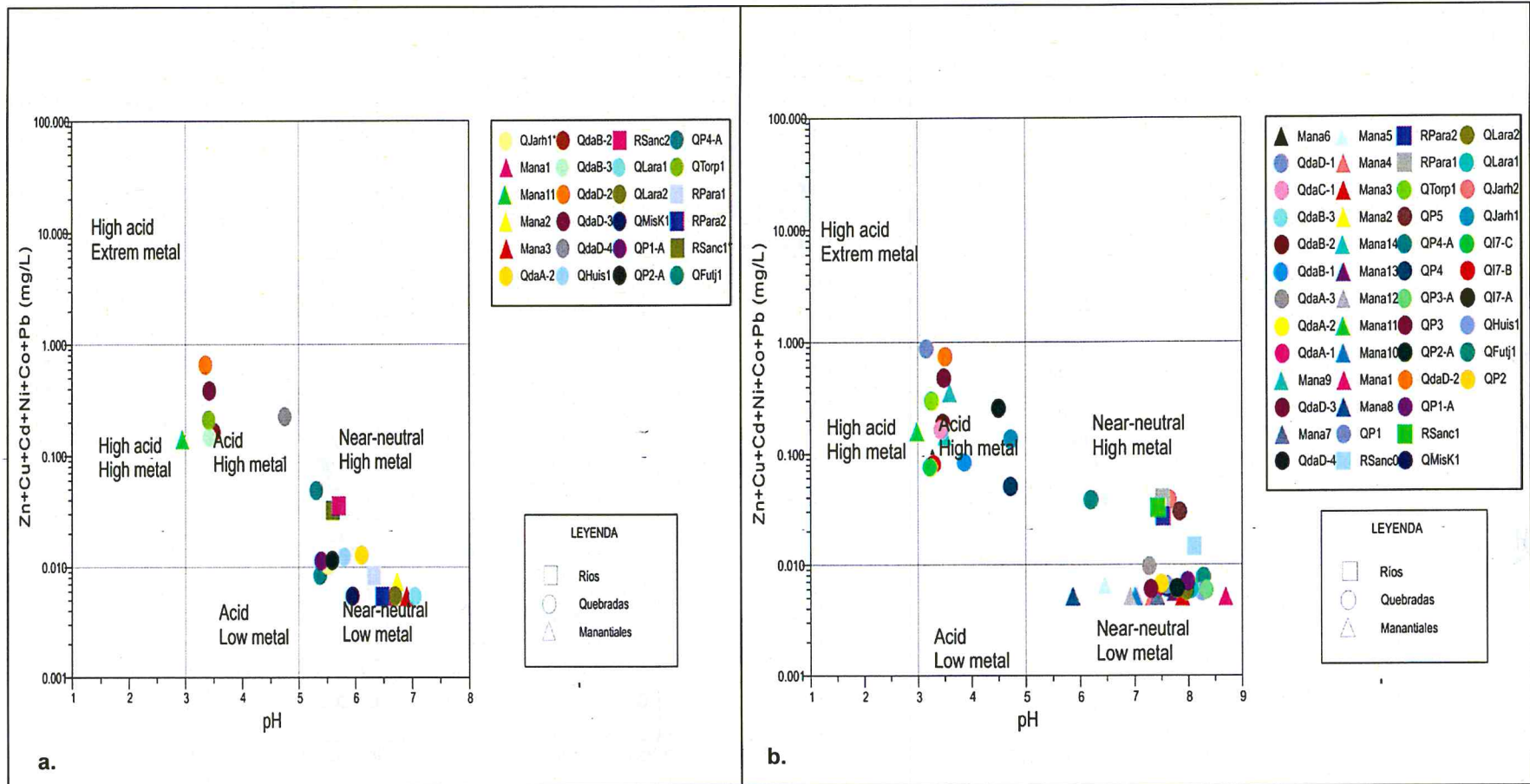


Figura 7-77. Clasificación hidroquímica según el diagrama de Ficklin en los puntos evaluados de agua en el área de influencia del PM Sancos en a. setiembre 2017 (época seca) y b. marzo 2018 (época húmeda)



7.3.4 Comunidades hidrobiológicas

Se presentan los resultados de las comunidades hidrobiológicas evaluadas en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2017 (época húmeda) en la microcuenca Para y Sancos.

El mayor detalle de los resultados de comunidades hidrobiológicas se encuentra en el Anexo 4.1 (reporte de resultados).

7.3.4.1 Microcuenca Para

En época seca se evaluaron un total de 7 puntos (7 muestras de perifiton y 7 muestras de macroinvertebrados bentónicos) y en época húmeda se evaluaron un total de 9 puntos (9 muestras de perifiton y 8 muestras de macroinvertebrados bentónicos).

En época seca se colectó 3 muestras adicionales de perifiton (HID-Mana1, HID-Mana2 y HID-Mana3) en el cauce por donde discurre el agua de los manantiales Mana1, Mana2, Mana3 solo con fines de caracterización, las especies registradas se presentan en el Anexo 4.1 (reporte de resultados).

Aparte de las microalgas registradas, se identificaron 7 microorganismos de la especie *Euglypha strigosa* (Cercozoa: Euglyphida) en la quebrada intermitente 11 o C (HID-QdaC-1).

7.3.4.1.1 Composición

a. Perifiton (microalgas)

Se registró un total de 93 taxones de perifiton (microalgas) distribuidos en 18 puntos, agrupadas en 37 familias, 22 órdenes y 8 clases, pertenecientes a 5 phyla: Bacillariophyta con 72 taxones, Cyanobacteria con 13 taxones, Chlorophyta con 5 taxones, Charophyta con 2 taxones y Euglenozoa con 1 taxon.

En la Figura 7-78 se presenta la distribución de frecuencias de la riqueza clasificada por phylum en época seca y húmeda. La riqueza del phylum Bacillariophyta predominó sobre los otros phyla al ser el número de especies mayor en época húmeda. La especie con mayor número de registros en los puntos evaluados fue *Nitzschia linearis* (phylum Bacillariophyta) debido a que es una especie cosmopolita y está presente en diferentes tipos de ambientes acuáticos.

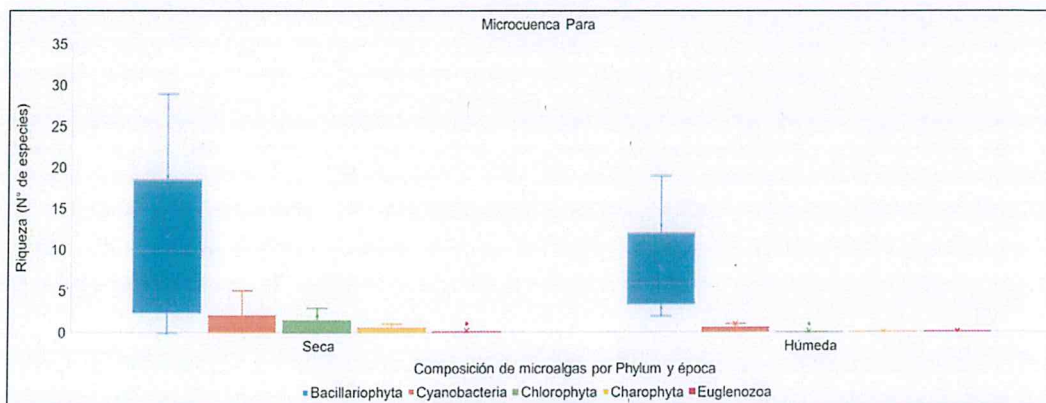


Figura 7- 78. Composición de perifiton (microalgas) por phylum en los puntos evaluados en la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin, including a vertical line and various initials.



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

En la Figura 7-80 y Figura 7-81 se presenta esquemas de la composición de perifiton (microalgas) en los puntos de evaluación en época seca y húmeda en la microcuenca Para.

b. Macroinvertebrados bentónicos

Se registró un total de 48 taxones de macroinvertebrados bentónicos distribuidos en 8 puntos, agrupadas en 26 familias, 14 órdenes y 8 clases pertenecientes a 5 phyla: Annelida con 3 taxones, Arthropoda con 42 taxones y Mollusca, Platyhelminthes y Nematomorpha con 1 taxon cada uno.

En la Figura 7-79 se observa la distribución de frecuencias de la riqueza clasificada por órdenes en época seca y húmeda. La riqueza del orden Diptera predominó sobre los otros órdenes en ambas épocas con una diferencia en el número de especies.

La familia Chironomidae (chironómidos) del orden díptera fue la más predominante al encontrarse en la mayoría de los puntos evaluados, ello por ser una familia bastante tolerante a cambios en el ambiente acuático.



1

2
3
4
5
6
7
8

9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48

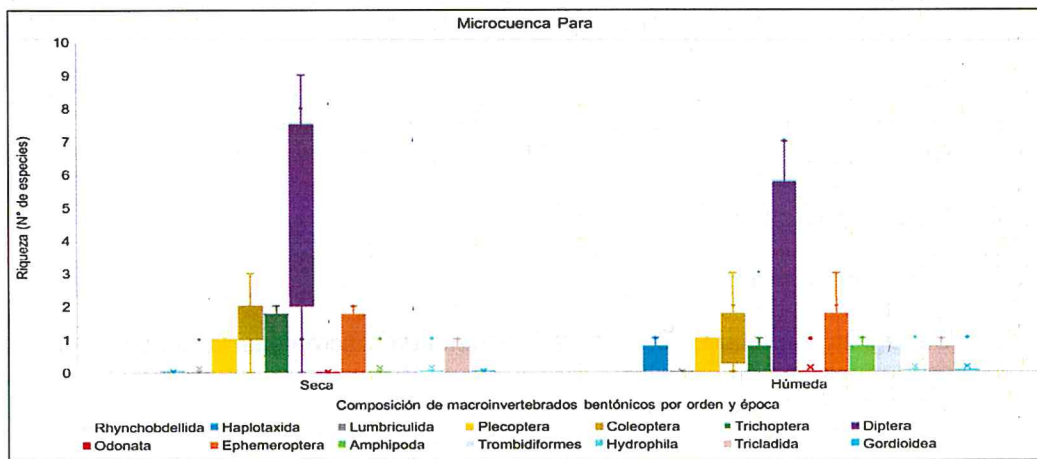


Figura 7- 79. Composición de macroinvertebrados bentónicos por orden en los puntos evaluados en la microcuenca Para, setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

En la Figura 7-82 y Figura 7-83 se presenta un esquema de los resultados de la composición de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de evaluación en época seca y húmeda en la microcuenca Para.



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

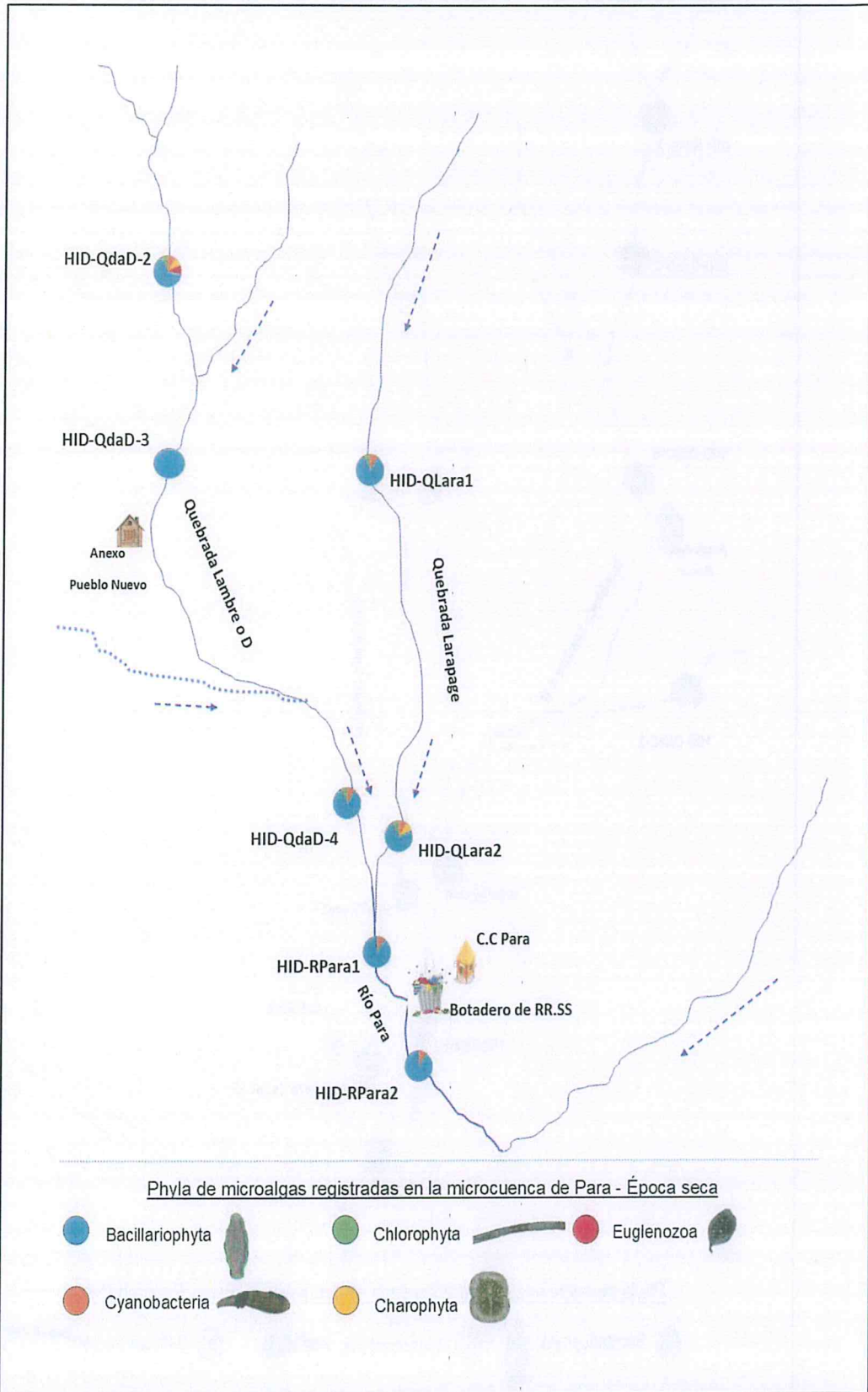


Figura 7- 80. Composición de perifiton (microalgas) por phylum en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca Para



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

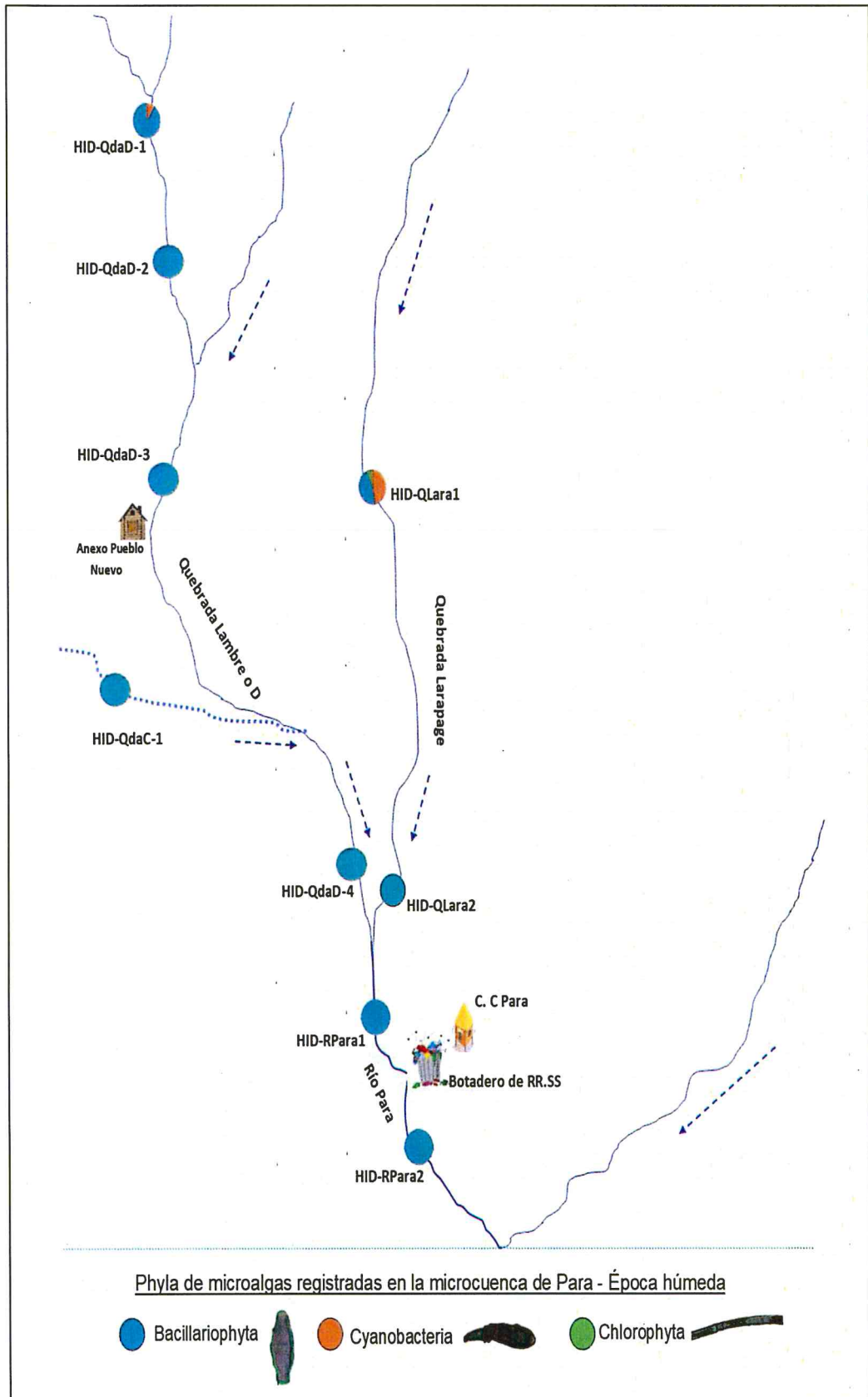


Figura 7- 81. Composición de perifiton (microalgas) por phylum en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca Para



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



Handwritten notes in blue ink, including a vertical line with arrows and the word 'PARA' written vertically.

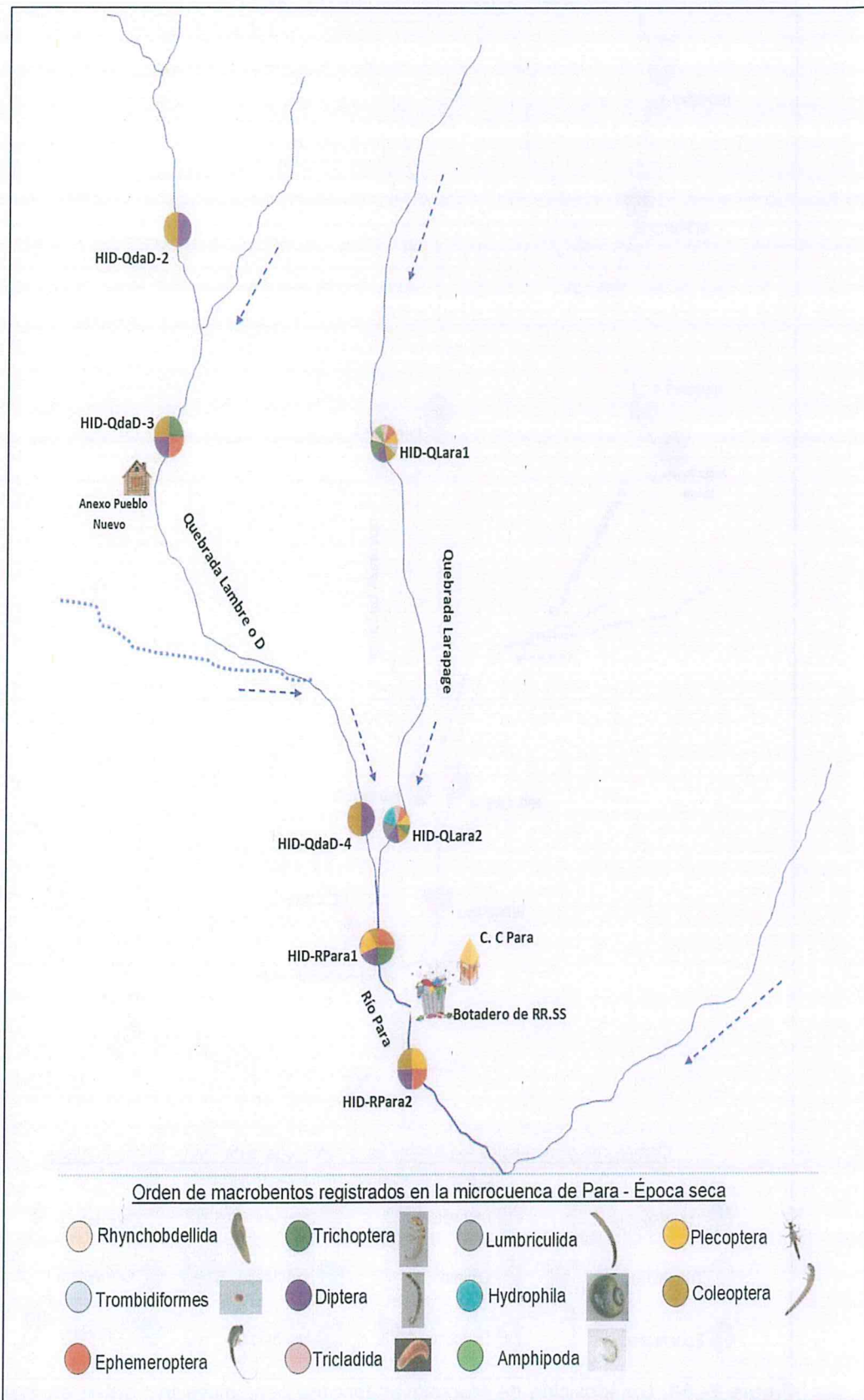


Figura 7- 82. Composición de macroinvertebrados bentónicos por orden en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca Para



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

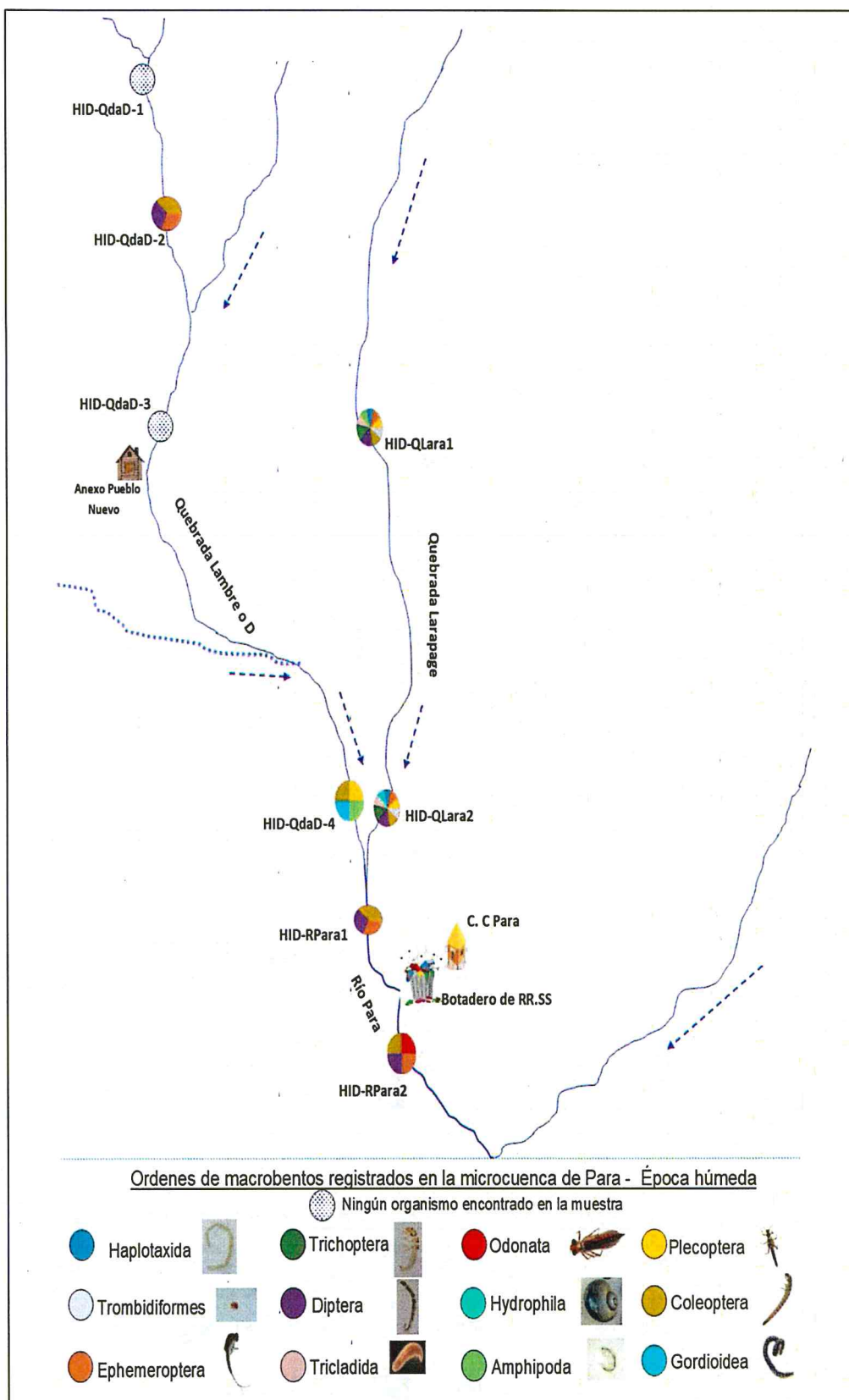


Figura 7- 83. Composición de macroinvertebrados bentónicos por orden en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca Para



Handwritten notes in blue ink, including the number '2' and various scribbles.



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

7.3.4.1.2 Riqueza

a. Perifiton (microalgas)

En la Figura 7-84 se observa que la riqueza de especies en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Para fue mayor en setiembre 2017 (época seca) que en marzo 2018 (época húmeda), excepto en un punto en la quebrada Larapage (HID-QLara1) que presentó mayor riqueza (22 taxones) en época húmeda.

En época seca presentaron los valores de riqueza más altos las quebradas Lambre (HID-QdaD2), Larapage (HID-QLara2) y el río Para (HID-RPara2); con registros de 34, 24 y 21 taxones respectivamente.

En época húmeda la quebrada Larapage (HID-QLara1 y HID-QLara 2) presentó los valores de riqueza más altos con registros de 22 y 19 taxones.

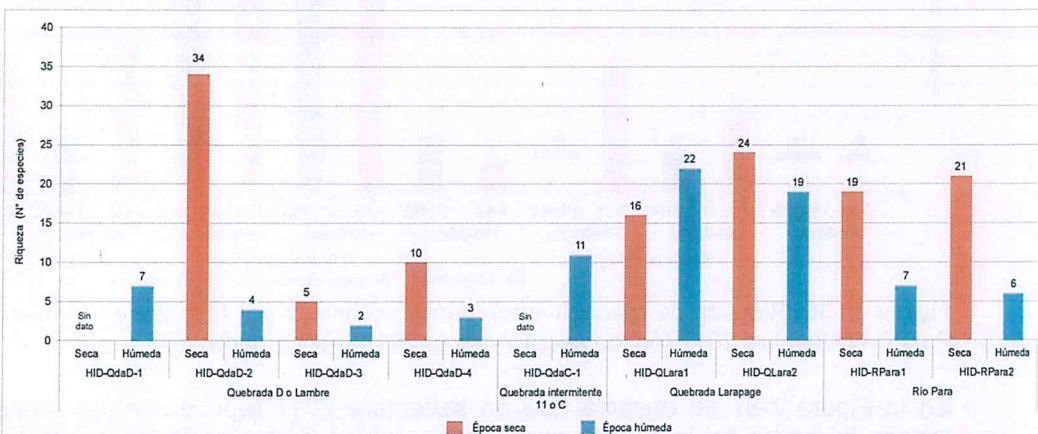


Figura 7- 84. Riqueza de perifiton (microalgas) por taxones en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

En la Figura 7-85 se observa que en setiembre 2017 (época seca) 1 punto en la quebrada D o Lambre (HID-QdaD-2) y 1 punto en la quebrada Larapage (HID-QLara2) presentaron mayor riqueza, el primero registró 5 phyla y el segundo registró 4 phyla.

En marzo 2018 (época húmeda) en las quebradas D o Lambre (HID-QdaD-2, HID-QdaD-3 y HID-QdaD-4), intermitente 11 o C (HID-QdaC-1), Larapage (HID-QLara2) y el río Para (HID-RPara1 y HID-RPara2) presentaron menor composición de phyla.

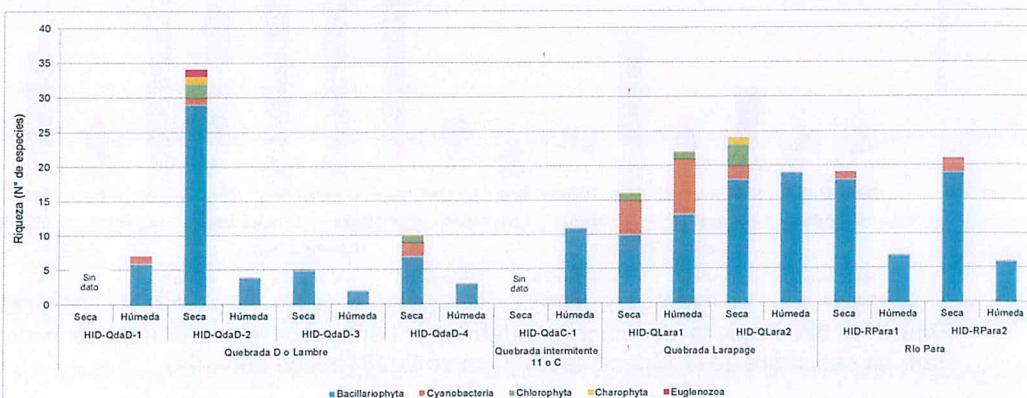


Figura 7- 85. Riqueza de perifiton (microalgas) por phylum en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



↑

Handwritten notes: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100



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

a. Macroinvertebrados bentónicos

En la Figura 7-86 se observa que en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca Para la riqueza fue mayor en la quebrada Larapage (HID-QLara1 y HID-QLara2) y en el río Para (HID-RPara1) con 19, 16 y 11 taxones respectivamente. La riqueza fue menor aguas abajo de la quebrada D o Lambre (HID-QdaD-4) con 2 taxones.

En marzo 2018 (época húmeda) la riqueza fue mayor en 2 puntos en la quebrada Larapage (HID-QLara1 y HID-QLara2) con 21 y 17 taxones respectivamente.

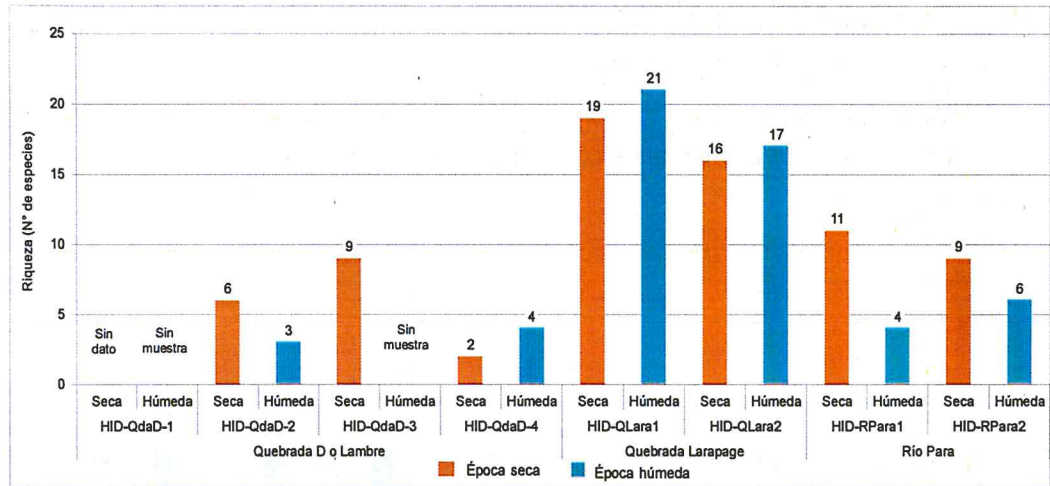


Figura 7- 86. Riqueza de macroinvertebrados bentónicos por taxones en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

En la Figura 7-87 se observa que en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca Para, aguas arriba en la quebrada Larapage (HID-QLara1) y aguas abajo de la misma quebrada (HID-QLara2) se registraron las mayores composiciones con 9 y 8 órdenes respectivamente.

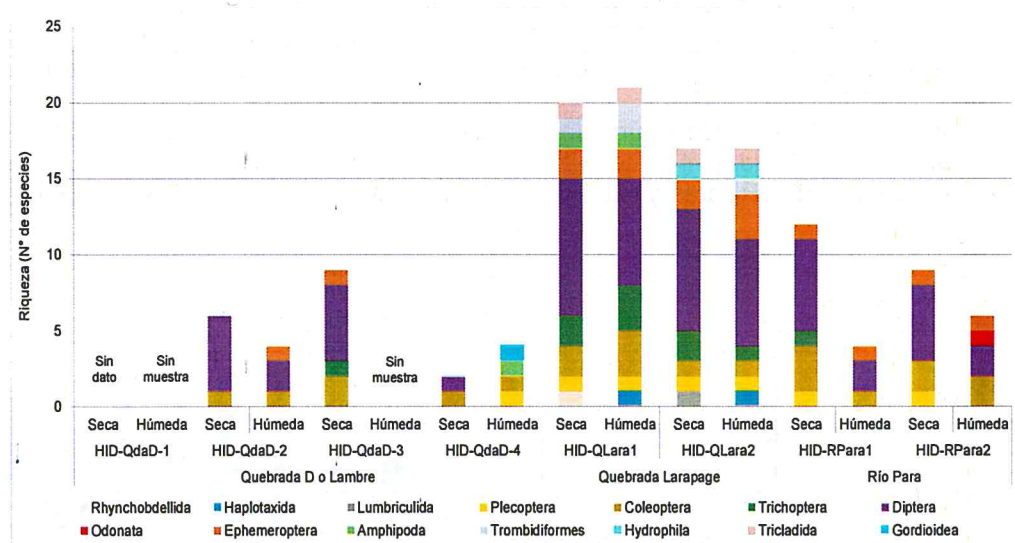


Figura 7- 87. Riqueza de macroinvertebrados bentónicos por orden en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin, including the number '1' and various initials.



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

7.3.4.1.3 Abundancia

a. Perifiton (microalgas)

En la Figura 7-88 se observa que la abundancia de perifiton (microalgas) por abundancia de número de organismos en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Para fue mayor en setiembre 2017 (época seca) que en marzo 2018 (época húmeda), excepto en la quebrada Larapage (HID-QLara1 y HID-QLara2) que presentó mayor abundancia en época húmeda.

En época seca las quebradas D o Lambre (HID-QdaD-2) y Larapage (HID-QLara1) y el río Para (HID-RPara1) presentaron los valores de abundancia más altos, con 41175, 23716 y 17486 organismos respectivamente.

En época húmeda la quebrada Larapage (HID-QLara1 y HID-QLara 2) presentó los valores de abundancia más altos con 25979 y 12238 organismos respectivamente.

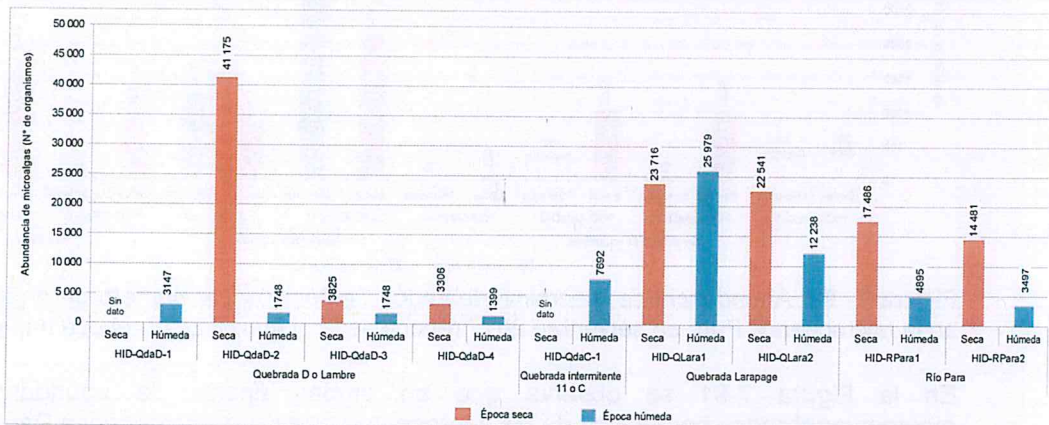


Figura 7- 88. Abundancia de perifiton (microalgas) por número de organismos en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

En la Figura 7-89 se observa que la abundancia de perifiton (microalgas) estuvo representada por 2 phyla: Bacillariophyta y Cyanobacteria, la primera presentó la mayor abundancia con 158132 organismos y la segunda con 27876 organismos.

Las especies de mayor abundancia fueron *Nitzschia cf. gracilis* y *Eunotia exigua* (phylum Bacillariophyta) con 13212 y 13191 organismos respectivamente.

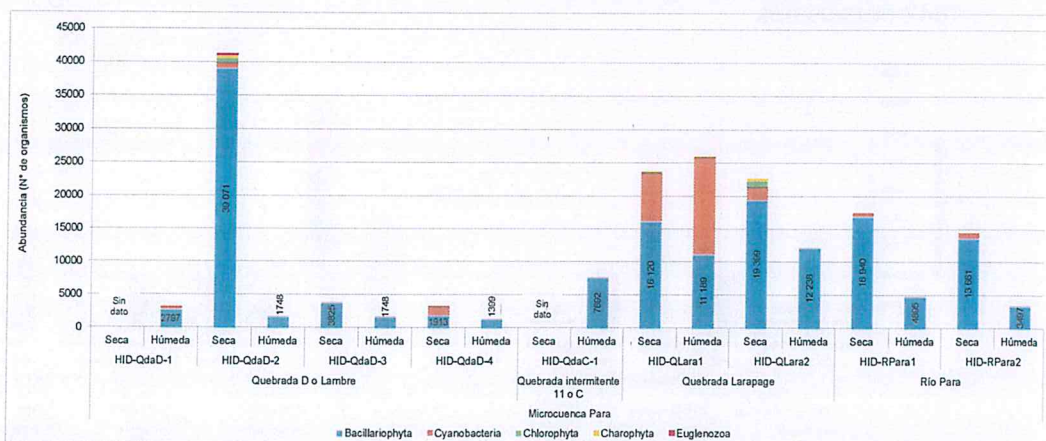


Figura 7- 89. Abundancia de perifiton (microalgas) por phylum en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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



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

b. Macroinvertebrados bentónicos

En la Figura 7-90 se observa que en época seca en los cuerpos de agua evaluados de la microcuenca Para, la mayor abundancia de macroinvertebrados bentónicos se registró en la quebrada Larapage (HID-QLara1) con 2133 organismos, seguido del río Para (HID-RPara2) con 1788 organismos y la menor abundancia se registró en la quebrada D o Lambre (HID-QdaD-4) con 100 organismos.

En época húmeda la mayor abundancia se registró en la quebrada Larapage (HID-QLara1) con 4138 organismos y la menor abundancia en la quebrada D o Lambre (HID-QdaD-4) con 23 organismos.

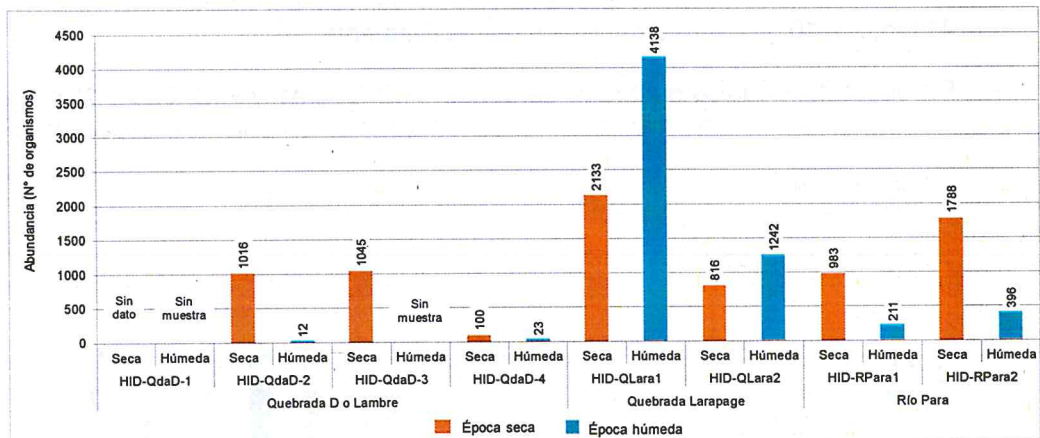


Figura 7- 90. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos por número de organismos en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

En la Figura 7-91 se observa que en ambas épocas la abundancia de macroinvertebrados bentónicos de los cuerpos de agua de la microcuenca Para en las quebradas D o Lambre (HID-QdaD-3), Larapage (HID-QLara1 y HID-QLara2) y el río Para (HID-RPara1 y HID-RPara2) estuvieron representadas principalmente por las órdenes: Ephemeroptera y Diptera.

En época seca en la quebrada D o Lambre (HID-QdaD-4) solo se registró el orden Diptera (Chironomidae).

La especie de mayor abundancia fue *Andesiops* sp. (Ephemeroptera: Baetidae) con 4842 organismos, seguida de la especie *Gigantodax* sp. (Diptera: Simuliidae) con 1642 organismos.

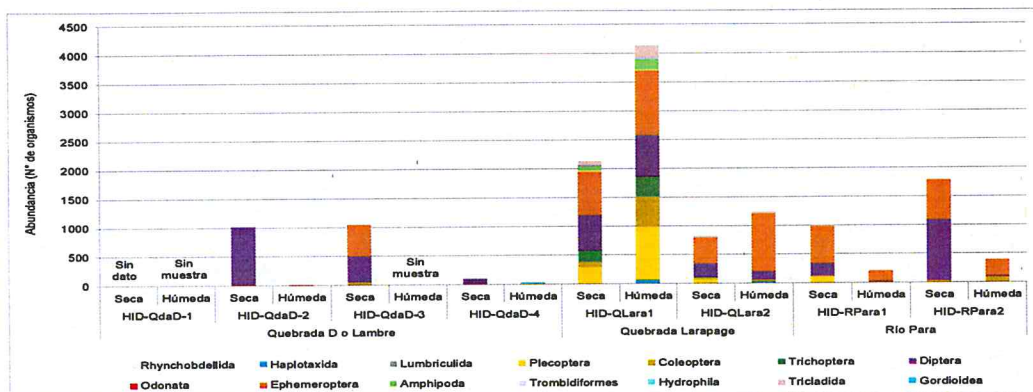


Figura 7- 91. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos por orden en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



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

7.3.4.1.4 Índices de diversidad

a. Perifiton (microalgas)

• Diversidad alfa

En la Tabla 7-9 se presenta los valores del índice de Pielou (J') y los valores del índice de Hill (N1 y N2) para cada punto evaluado de los cuerpos de agua de la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda).

En época seca la quebrada Larapage (HID-QLara2) registró los mayores valores de riqueza (24 especies) y el río Para (HID-RPara1) registró las especies más abundantes (N2) con 13,14 especies.

En época húmeda la quebrada Larapage (HID-QLara1) registró los mayores valores de riqueza (22 especies); así como también una alto índice de Pielou (0,90) lo cual indica una distribución homogénea de la abundancia de individuos por especie.

Los valores más altos para el índice de Pielou en época seca se encontraron en el río Para (HID-RPara1) con 0,94 y en época húmeda se encontraron en las quebradas D o Lambre (HID-QdaD-1, HID-QdaD-3) y Larapage (HID-QLara2) con 0,97, lo que significa una distribución homogénea de las abundancias de los organismos registrados.

Tabla 7- 9. Diversidad alfa del perifiton (microalgas) en la microcuenca Para

Table with 11 columns: Índices, Época, Quebrada D o Lambre (HID-QdaD-1 to -4), Qda C (HID-QdaC-1), Quebrada Larapage (HID-QLara1, -2), and Río Para (HID-RPara1, -2). Rows include Riqueza (S), Abundancia (N), Pielou (J'), Hill N1, and Hill N2.

Legend: Values in green boxes are maximum alpha diversity indices; s/d: No data.

Diversidad beta

En la Figura 7-92 se observa el dendograma de similitud de Bray Curtis que agrupa los puntos evaluados de los cuerpos de agua de la microcuenca de Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) en 3 conglomerados bien diferenciados.

El primer conglomerado presentó una similitud del 50 % y estuvo conformado por 4 puntos de muestreo en la quebrada D o Lambre (HID-QdaD-1, HID-QdaD-2, HID-QdaD-3 y HID-QdaD-4) en época húmeda.

El segundo conglomerado presentó una similitud del 22 % y estuvo conformado en época seca por 2 puntos de muestreo en la quebrada D o Lambre (HID-QdaD-3 y HID-QdaD-2) y en época húmeda por 1 punto de muestreo en la quebrada intermitente 11 o C (HID-QdaC-1) y 1 punto de muestreo en el río Para (HID-RPara2).



Handwritten notes and signatures on the left margin.



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

El tercer conglomerado presentó una similitud del 26 % y estuvo conformado en época seca por 1 punto de muestreo en el río Para (HID-RPara1), en época húmeda por 2 puntos de muestreo en el río Para (HID-RPara1 y HID-RPara2) y en ambas épocas por 2 puntos de muestreo en la quebrada Larapage (HID-Lara1 y HID-Lara2).

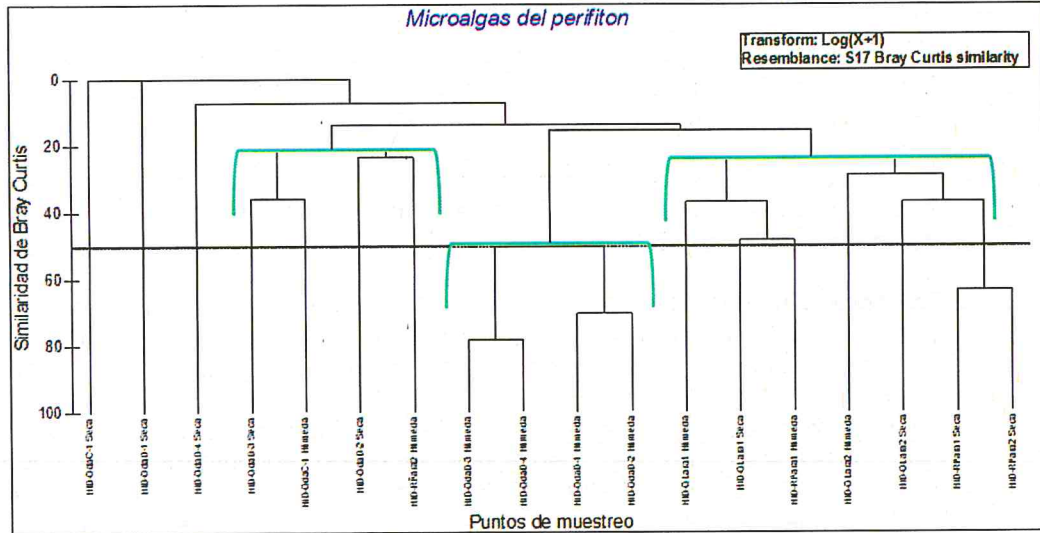


Figura 7- 92. Dendrograma de similitud de Bray Curtis del perifiton (microalgas) en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

b. Macroinvertebrados bentónicos

• Diversidad alfa

En la Tabla 7-10 se presenta los valores del índice de Pielou (J') y los valores del índice de Hill (N1 y N2) para cada punto evaluado en los cuerpos de agua de la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda).

En ambas épocas se registró los mayores valores de riqueza (20 especies) en la quebrada Larapage (HID-QLara1). Asimismo, se registró los mayores valores de especies abundantes (N1) con 7,05 y 10,39 especies efectivas en cada época y especies muy abundantes (N2) con 4,86 y 8,22 especies efectivas en cada época lo cual se refleja en un alto índice de Pielou (0,65).

Tabla 7- 10. Diversidad alfa macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca Para

Índices	Época	Quebrada D o Lambre				Quebrada Larapage		Río Para	
		HID-QdaD-1	HID-QdaD-2	HID-QdaD-3	HID-QdaD-4	HID-QLara1	HID-QLara2	HID-RPara1	HID-RPara2
Riqueza (S)	Seca	s/d	6	9	2	20	17	12	9
	Húmeda	***	4	***	4	20	17	4	6
Abundancia (N)	Seca	s/d	1016	1045	100	2140	883	1002	4290
	Húmeda	***	16	***	23	4138	1242	211	396
Pielou (J')	Seca	s/d	0,65	0,52	0,24	0,65	0,67	0,51	0,50
	Húmeda	***	1,00	***	0,91	0,78	0,47	0,41	0,45
Hill N1	Seca	s/d	3,18	3,12	1,18	7,05	6,59	3,51	2,97
	Húmeda	***	3,00	***	3,54	10,39	3,83	1,76	2,22
Hill N2	Seca	s/d	2,83	2,48	1,08	4,86	4,21	2,28	2,29
	Húmeda	***	3,00	***	3,13	8,22	2,15	1,38	1,78

(***) : No se registró ningún organismo.

■ : Valores altos de índices de diversidad alfa

s/d : Sin dato



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

• **Diversidad beta**

En la Figura 7-93 se observa el dendograma de similitud de Bray Curtis, que agrupó los puntos evaluados en la microcuenca de Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) en 3 conglomerados bien diferenciados.

El primer conglomerado presentó una similitud del 30 % y estuvo conformado por 2 puntos en la quebrada D o Lambre (HID-QdaD-2 y HID-QdaD-4) en época seca.

El segundo conglomerado presentó una similitud del 38 % y estuvo conformado por 2 puntos en la quebrada D o Lambre (HID-Qda D3 y HID-Qda D2) en época seca y 1 punto en el río Para (HID-RPara2) y 1 punto en la quebrada intermitente 11 o C (HID-QdaC-1) en época húmeda.

El tercer conglomerado presentó una similitud del 28 % y estuvo conformado por 2 puntos en la quebrada Larapage (HID-QdaLara1 y HID-QLara2) en ambas épocas, 1 punto en el río Para (HID-RPara1) en época seca y 2 puntos en el río Para (HID-RPara1 y HID-RPara2) en época húmeda.

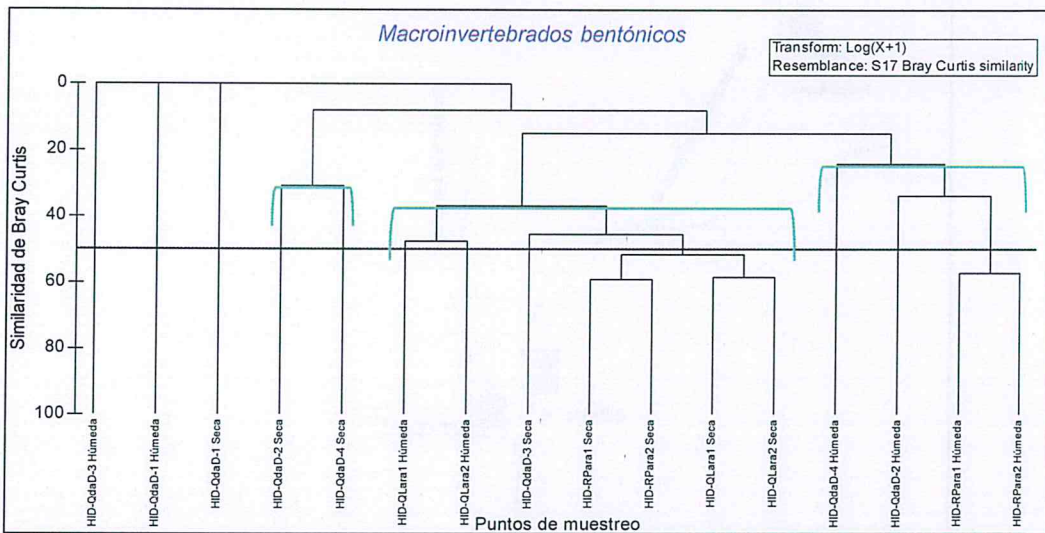


Figura 7- 93. Dendograma de similitud de Bray Curtis de macroinvertebrados bentónicos en los puntos evaluados en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

7.3.1.4.5 Calidad biológica

En la Figura 7-94 se observa que en setiembre 2017 (época seca) 3 puntos de muestreo de la quebrada D o Lambre (HID-QdaD-2, HID-QdaD-3 y HID-QdaD-4) tuvieron una calidad biológica mala, moderada y pésima respectivamente, 2 puntos de muestreo de la quebrada Larapage (HID-QLara1 y HID-QLara2) tuvieron una calidad biológica buena y muy buena respectivamente y 2 puntos de muestreo del río Para (HID-RPara1 y HID-RPara2) tuvieron una calidad biológica moderada.

En la Figura 7-95 se observa que en marzo 2018 (época húmeda) 2 puntos en la quebrada D o Lambre (HID-QdaD-1 y HID-QdaD-3) tuvieron una calidad biológica pésima y los otros 2 (HID-QdaD-2 y HID-QdaD-4) tuvieron una calidad biológica mala, los 2 puntos de muestreo de la quebrada Larapage (HID-QLara2 y HID-QLara1) tuvieron una calidad biológica buena y muy buena respectivamente y los 2 puntos de muestreo en el río Para (HID-RPara1 y HID-RPara2) tuvieron una calidad biológica mala.



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

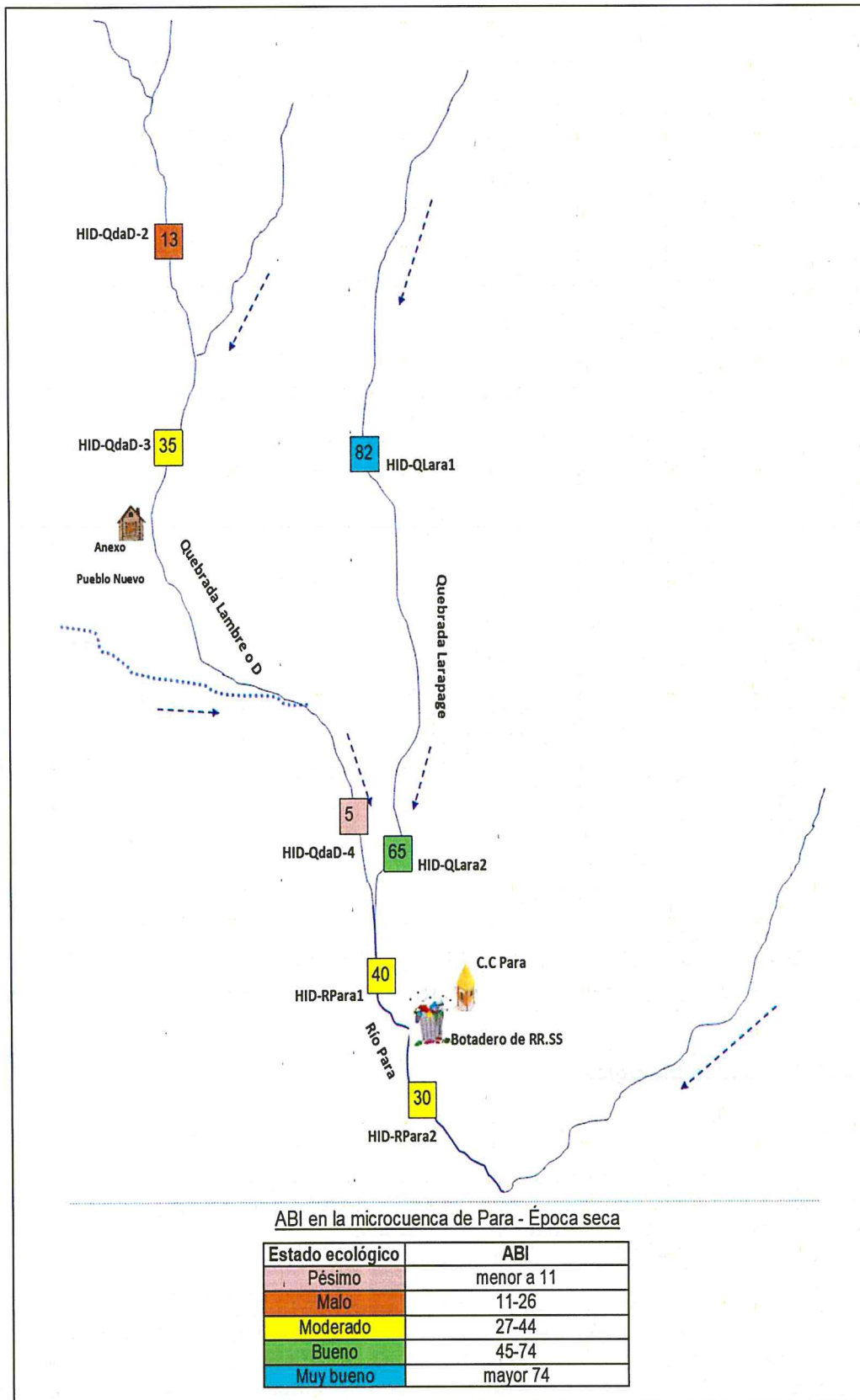


Figura 7- 94. Calidad biológica en los cuerpos de agua evaluados en setiembre 2017 (época seca) de la microcuenca Para



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



Handwritten notes in blue ink: an arrow pointing up, the number '2', and several illegible signatures and initials.

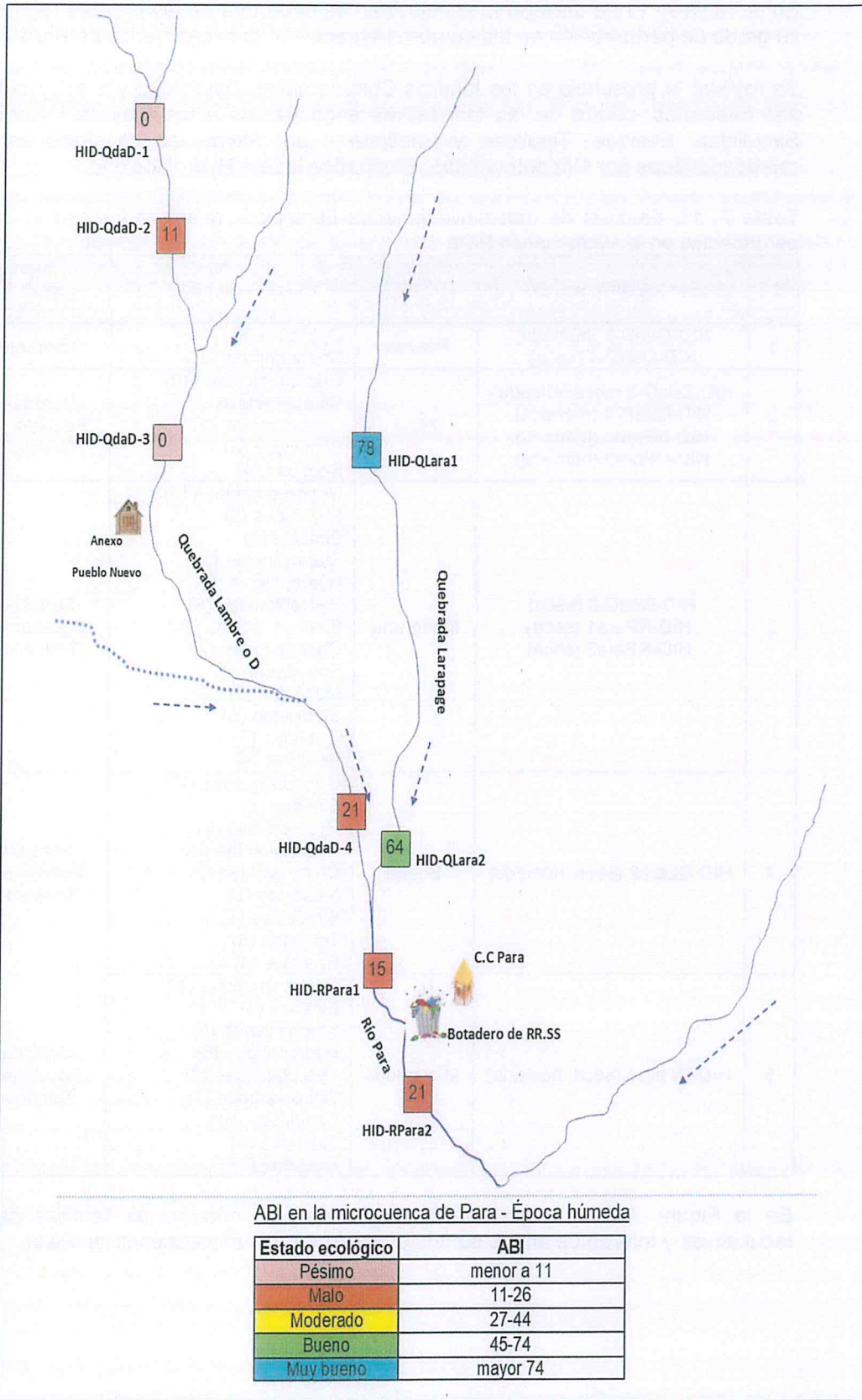


Figura 7- 95. Calidad biológica en los cuerpos de agua evaluados en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca Para



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

En la Tabla 7-11 se detallan la sensibilidad de cada una de las familias registradas y su grado de perturbación en los puntos evaluados en la microcuenca de Para.

Se registró la presencia de las familias Chironomidae, Dysticidae y Staphylinidae que son tolerantes, dentro de las facultativas encontramos a las familias Hydroptilidae, Simuliidae, Elmidae, Tipulidae y Baetidae y por último las sensibles estuvieron representadas por Griopterygidae, Blephariceridae e Hydrobiosidae.

Tabla 7- 11. Familias de macroinvertebrados bentónicos relacionadas con el grado de perturbación en la microcuenca Para

N.º	Puntos de muestreo	Calidad Biológica	Familias (puntajes de sensibilidad)	Grado de sensibilidad / perturbación
1	HID-QdaD-3 (húmeda) HID-QdaD-4 (seca)	Pésimo	Dytiscidae (3) Chironomidae (2)	Tolerantes (2)
2	HID-QdaD-2 (seca, húmeda) HID-QdaD-4 (húmeda) HID-RPara1 (húmeda), HID-RPara2 (húmeda)	Mala	Griopterygidae (10) Staphylinidae (3) Chironomidae (2) Simuliidae (5) Baetidae (4)	Sensibles (1) Facultativas (2) Tolerantes (2)
3	HID-QdaD-3 (seca) HID-RPara1 (seca) HID-RPara2 (seca)	Moderada	Griopterygidae (10) Dytiscidae (3) Elmidae (5) Staphylinidae (3) Hydroptilidae (6) Hydrobiosidae (8) Blephariceridae (10) Chironomidae (2) Ephydriidae (2) Muscidae (2) Simuliidae (5) Tipulidae (5) Baetidae (4)	Sensibles (3) Facultativas (5) Tolerantes (5)
4	HID-QLara2 (seca, húmeda)	Buena	Griopterygidae (10) Elmidae (5) Hydroptilidae (6) Hydrobiosidae (8) Chironomidae (2) Muscidae (2) Simuliidae (5) Tipulidae (5) Baetidae (4)	Sensibles (2) Facultativas (5) Tolerantes (2)
5	HID-QLara1 (seca, húmeda)	Muy buena	Griopterygidae (10) Elmidae (5) Staphylinidae (3) Hydroptilidae (6) Hydrobiosidae (8) Chironomidae (2) Simuliidae (5) Tipulidae (5) Baetidae (4)	Sensibles (2) Facultativas (5) Tolerantes (2)

En la Figura 7-96 y Figura 7-97 se presenta el número de familias sensibles, facultativas y tolerantes en los puntos evaluados en la microcuenca de Para.



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a large '2' and several illegible signatures.



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



Handwritten notes and signatures on the left margin:

HT
X
M
P
re
D
PA
M
O

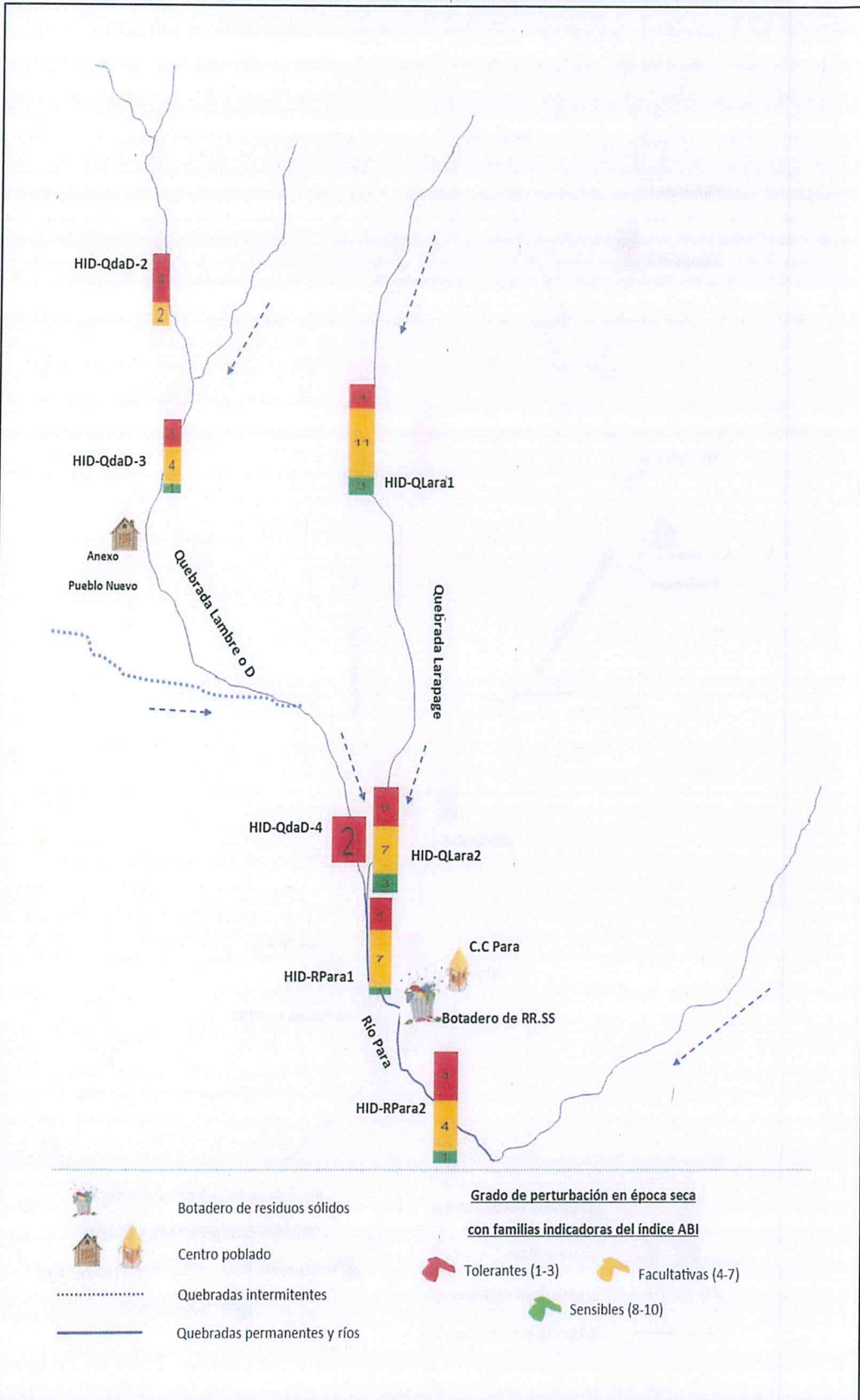
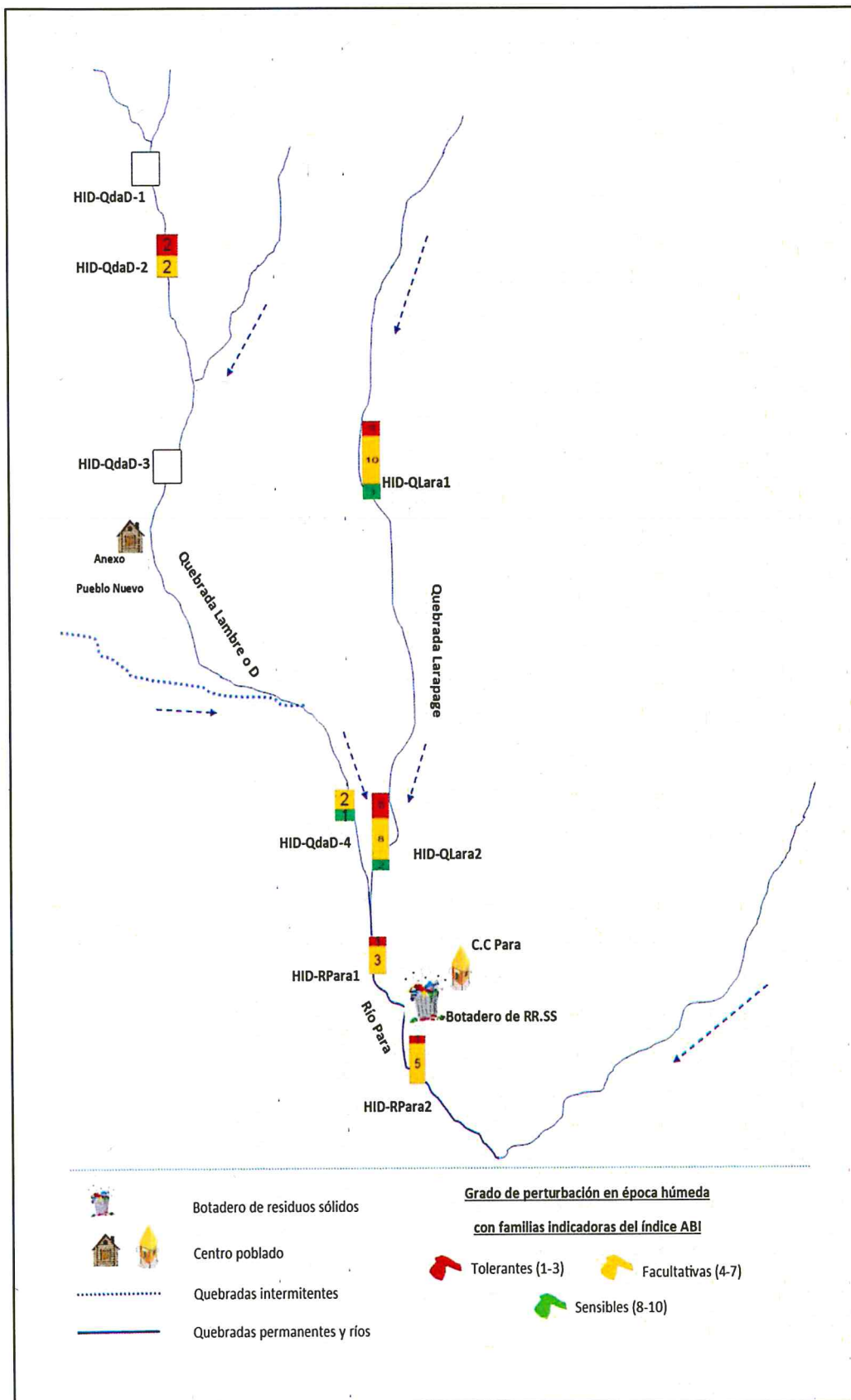


Figura 7- 96. Número de familias sensibles, facultativas y tolerantes en los puntos evaluados en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca de Para



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



Handwritten notes and signatures in blue ink, including the name 'LARA' and other illegible characters.

Figura 7- 97. Número de familias sensibles, facultativas y tolerantes en los puntos evaluados en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca de Para



7.3.4.1.6 Calidad ecológica

En la Tabla 7-12 se presenta la calidad ecológica de las quebradas y ríos evaluados en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda). Los resultados se realizaron en base a los datos obtenidos en campo siguiendo el protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S).

Se determinó una calidad ecológica pésima en época seca en 1 punto de la quebrada D o Lambre (HID-QdaD-4) y en época húmeda en 2 puntos de esta misma quebrada (HID-QdaD-1 y HID-QdaD-3).

Se determinó una calidad ecológica mala en época seca en 1 punto de la quebrada D o Lambre (HID-QdaD-2) y en época húmeda en 1 punto en esta misma quebrada (HID-QdaD-4) y 2 puntos en el río Para (HID-RPara1 y HID-RPara2).

Tabla 7- 12. Calidad ecológica de acuerdo al protocolo CERA –S en la microcuenca Para

Punto de muestreo	Época	Calidad hidromorfológica	Calidad biológica	Calidad ecológica
		Sin datos	Sin datos	Sin datos
HID-QdaD-1	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Moderada	Pésimo	Pésima
HID-QdaD-2	Seca	Mala	Malo	Mala
	Húmeda	Moderada	Malo	Mala
HID-QdaD-3	Seca	Mala	Moderado	Moderada
	Húmeda	Buena	Pésimo	Pésima
HID-QdaD-4	Seca	Mala	Pésimo	Pésima
	Húmeda	Buena	Malo	Mala
HID-QLara1	Seca	Moderada	Muy bueno	Buena
	Húmeda	Buena	Muy bueno	Buena
HID-QLara2	Seca	Moderada	Bueno	Moderada
	Húmeda	Buena	Bueno	Buena
HID-RPara1	Seca	Moderada	Moderado	Moderada
	Húmeda	Buena	Malo	Mala
HID-RPara2	Seca	Moderada	Moderada	Moderada
	Húmeda	Moderada	Malo	Mala



7.3.4.1.7 Análisis de componentes principales (ACP)

Para el análisis de componentes principales (ACP) en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) se consideraron los parámetros de campo, tomados *in situ*, tales como pH y conductividad eléctrica y los parámetros relacionados a drenaje ácido como sulfatos, aluminio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y zinc.

La varianza total explicada a partir de la extracción de los 2 componentes fue de 90,76 %, donde el primer componente aportó un 76,81 % y el segundo 13,95 %. En relación con la varianza total explicada por cada variable, el mayor valor lo obtuvo el cobalto en agua con 0,35 y el menor valor lo registró el oxígeno disuelto.

En la Tabla 7-13 se muestran los 2 componentes obtenidos en el ACP, así como su relación con las variables analizadas. El primer componente, estuvo relacionado con los metales totales en agua (aluminio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y zinc); además, de los parámetros fisicoquímicos (pH y conductividad eléctrica) y los sulfatos, esto indicó que un aumento en la concentración de metales involucró un aumento en la conductividad eléctrica. Sin embargo, presentó una correlación negativa con el pH, indicando que un aumento en la concentración de metales totales implicaría una reducción del pH.

Por otro lado, el segundo componente presentó una relación positiva con el oxígeno disuelto y una relación negativa con la temperatura.

Handwritten notes in blue ink: 'X', 'A', 'D', 'P', 'A', 'M', 'O'



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

Tabla 7- 13. Análisis de componentes principales (ACP) para las variables consideradas en la microcuenca Para

Variables	Componentes rotados	
	PC 1	PC 2
pH	-0,31	0,11
Temperatura	-0,19	-0,56
Oxígeno disuelto	-0,02	0,75
Conductividad eléctrica	0,32	-0,20
Sulfatos	0,34	-0,11
Aluminio total (Al)	0,34	-0,01
Cobalto total (Co)	0,35	-0,02
Cobre total (Cu)	0,33	0,08
Hierro total (Fe)	0,30	0,22
Manganeso total (Mn)	0,34	-0,05
Zinc total (Zn)	0,31	-0,08
% explicación por componente	76,81	13,95
% explicación acumulado	76,81	90,76

7.3.4.1.8 Análisis de correspondencia canónica (ACC)

Para determinar la relación entre la composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y los factores abióticos en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Para en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) se aplicó el análisis de correspondencia canónica (ACC), considerando las especies de mayor frecuencia y abundancia relativa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos así como las variables ambientales extraídas en el primer componente del ACP.

En la Tabla 7-14 se observa que la varianza en la correlación de las especies y las variables ambientales, explicada por los 2 ejes seleccionados fue de 77,31 %, donde el primer eje explicó el 42,80 % de la varianza, mientras que el segundo eje explicó el 34,51 %. Los demás ejes explicaron el 22,96 % de la varianza restante, es por eso que la interpretación de los resultados se basó en los 2 primeros ejes.

Además, se observa la relación entre las especies y los factores abióticos relacionados con los ejes de correspondencia. De esta manera en el eje 2 a medida que aumenta la conductividad eléctrica, la concentración de los metales aluminio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, zinc y los sulfatos aumenta la abundancia de Orthocladinae 1 y disminuyen las especies *Andesiops* sp. y *Thraulodes* sp. evidenciando la sensibilidad a estos factores. Mientras que, en el eje 1 la presencia de *Claudioperla* sp. y *Austrelmis* sp.1 están inversamente relacionadas con las especies *Simulium* sp. y *Gigantodax* sp.

Tabla 7- 14. Análisis de correspondencia canónica (ACC) en los puntos evaluados en la microcuenca Para

Análisis de variables		Eje 1	Eje 2
Valor propio (eigenvalue)		0,40333	0,32517
Varianzas	Varianza explicada (%)	42,80	34,51
	Varianza acumulada explicada (%)	42,80	77,31
Correlación de las variables ambientales	pH	-0,37	-0,46
	Conductividad eléctrica	0,24	0,47
	Sulfatos	0,28	0,43
	Aluminio total (Al)	0,40	0,51
	Cobalto total (Co)	0,41	0,48
	Cobre total (Cu)	0,31	0,37



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

Análisis de variables		Eje 1	Eje 2
	Hierro total (Fe)	0,12	0,19
	Manganeso total (Mn)	0,43	0,51
	Zinc total (Zn)	0,51	0,58
Correlación de las especies de macroinvertebrados	<i>Andesiops</i> sp.	0,01	-0,11
	<i>Simulium</i> sp.	-1,33	0,33
	<i>Claudioperla</i> sp.	1,04	-0,96
	<i>Austrelmis</i> sp.1	1,16	-1,13
	Orthoclaadiinae 1	2,29	3,69
	<i>Thraulodes</i> sp.	1,44	-1,65
	<i>Gigantodax</i> sp.	-0,23	0,22

7.3.4.2 Microcuenca Sancos

En la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) se evaluaron un total de 13 puntos (13 muestras de perifiton y 13 muestras de macroinvertebrados bentónicos) y en marzo 2018 (época húmeda) se evaluaron un total de 25 puntos (25 muestras de perifiton y 22 muestras de macroinvertebrados bentónicos).

En época seca se colectó una muestra adicional de perifiton y macroinvertebrados bentónicos (HID-QYana1) en el cauce por donde discurre el agua del manantial Mana11/QYana1 solo con fines de caracterización, las especies registradas se presentan en las tablas del Anexo 4.1 (reporte de resultados).

7.3.4.2.1 Composición

a. Perifiton (microalgas)

Se registró un total de 188 taxones de perifiton (microalgas) distribuidos en 28 puntos, agrupados en 57 familias, 28 órdenes y 9 clases, pertenecientes a 7 phyla: Bacillariophyta con 131 taxones, Cyanobacteria con 19 taxones, Chlorophyta con 16 taxones, Charophyta con 17 taxones, Euglenophyta y Ochrophyta con 2 taxones y Euglenozoa con 1 taxon.

En la Figura 7-98 se observa que la riqueza del phylum Bacillariophyta predominó sobre los otros phyla en ambas épocas evaluadas, en época húmeda la distribución de especies fue más homogénea.

Las especies con mayor número de registros en los puntos evaluados fueron *Planothidium lanceolatum*, *Surirella ovalis* y *Synedra* sp. (phylum Bacillariophyta).

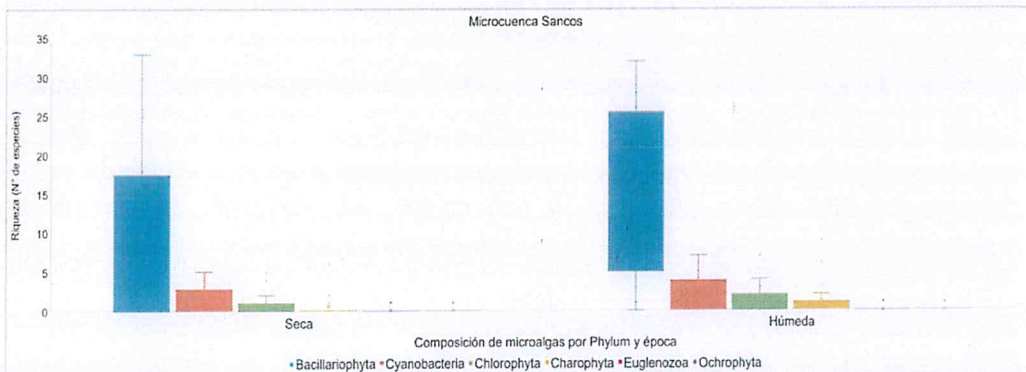


Figura 7- 98. Riqueza de perifiton (microalgas) por phylum en los cuerpos de agua evaluados de la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)



Handwritten notes in blue ink on the left margin: 'Let', 'x', 'A', 'P', 'A', 'PA', 'U', 'B'.



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

En la Figura 7-100 y Figura 7-101 se presenta esquemas de los resultados de composición de perifiton (microalgas) en los puntos evaluados en época seca y húmeda en la microcuenca Sancos.

b. Macroinvertebrados bentónicos

Se registró un total de 66 taxones de macroinvertebrados bentónicos distribuidos en 16 puntos, agrupados en 31 familias, 14 órdenes y 7 clases, pertenecientes a 5 phyla: Annelida con 3 taxones, Arthropoda con 60 taxones y Mollusca, Platyhelminthes y Nematomorpha con 1 taxon cada uno.

En la Figura 7-99 se observa la distribución de frecuencias de la riqueza clasificada por órdenes en época seca y húmeda. La riqueza del orden Diptera predominó sobre los otros órdenes en ambas épocas con una diferencia en el número de especies.

La familia Chironomidae (chironómidos) del orden díptera fue la más predominante al encontrarse en la mayoría de los puntos evaluados de la microcuenca Sancos, ello por ser una familia bastante tolerante a cambios en el ambiente acuático.



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a vertical list of letters: H, X, A, RA, Y, O.

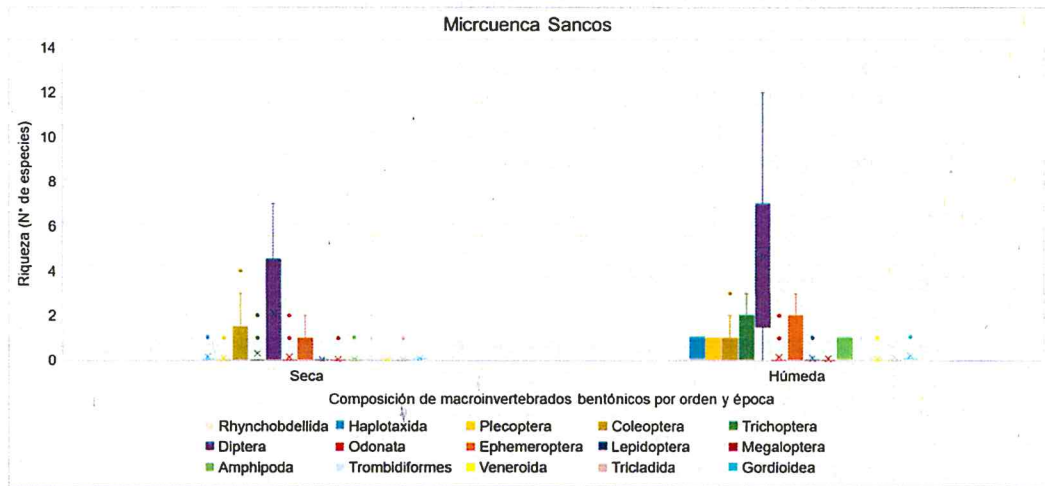


Figura 7- 99. Composición de macroinvertebrados bentónicos por orden en los cuerpos de agua evaluados de la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

En la Figura 7-102 y Figura 7-103 se presenta un esquema de los resultados de la composición de macroinvertebrados bentónicos en los puntos evaluados en época seca y húmeda en la microcuenca Sancos.



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



Vertical handwritten text: 2, EA, A, A, R, R, D, R, E, U, U, O

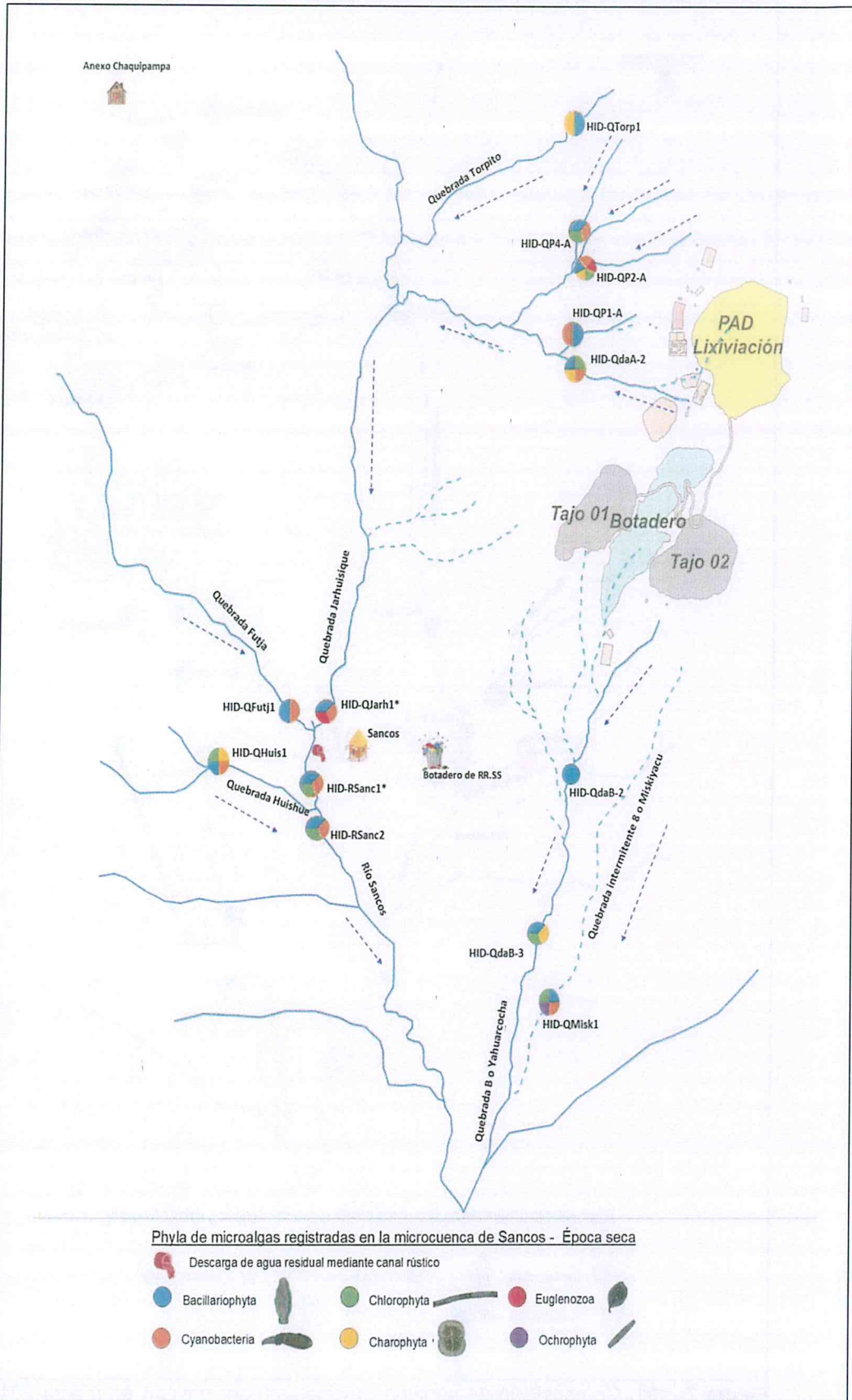


Figura 7- 100. Composición de perifiton (microalgas) por phylum en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca Sancos



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

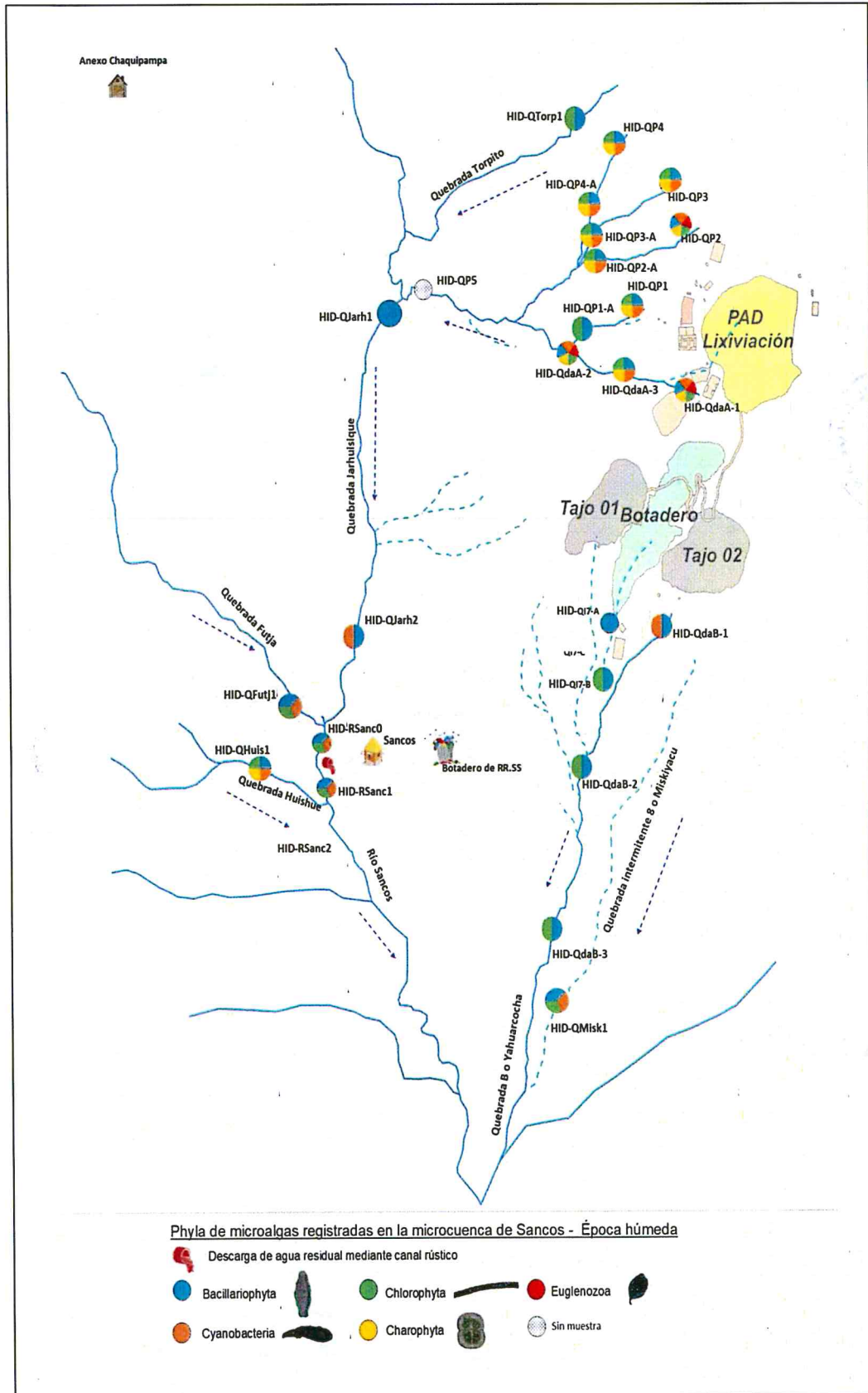


Figura 7- 101. Composición de perifiton (microalgas) por phylum en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca Sancos



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



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a vertical list of initials: UH, X, AT, R, PA, H, O.

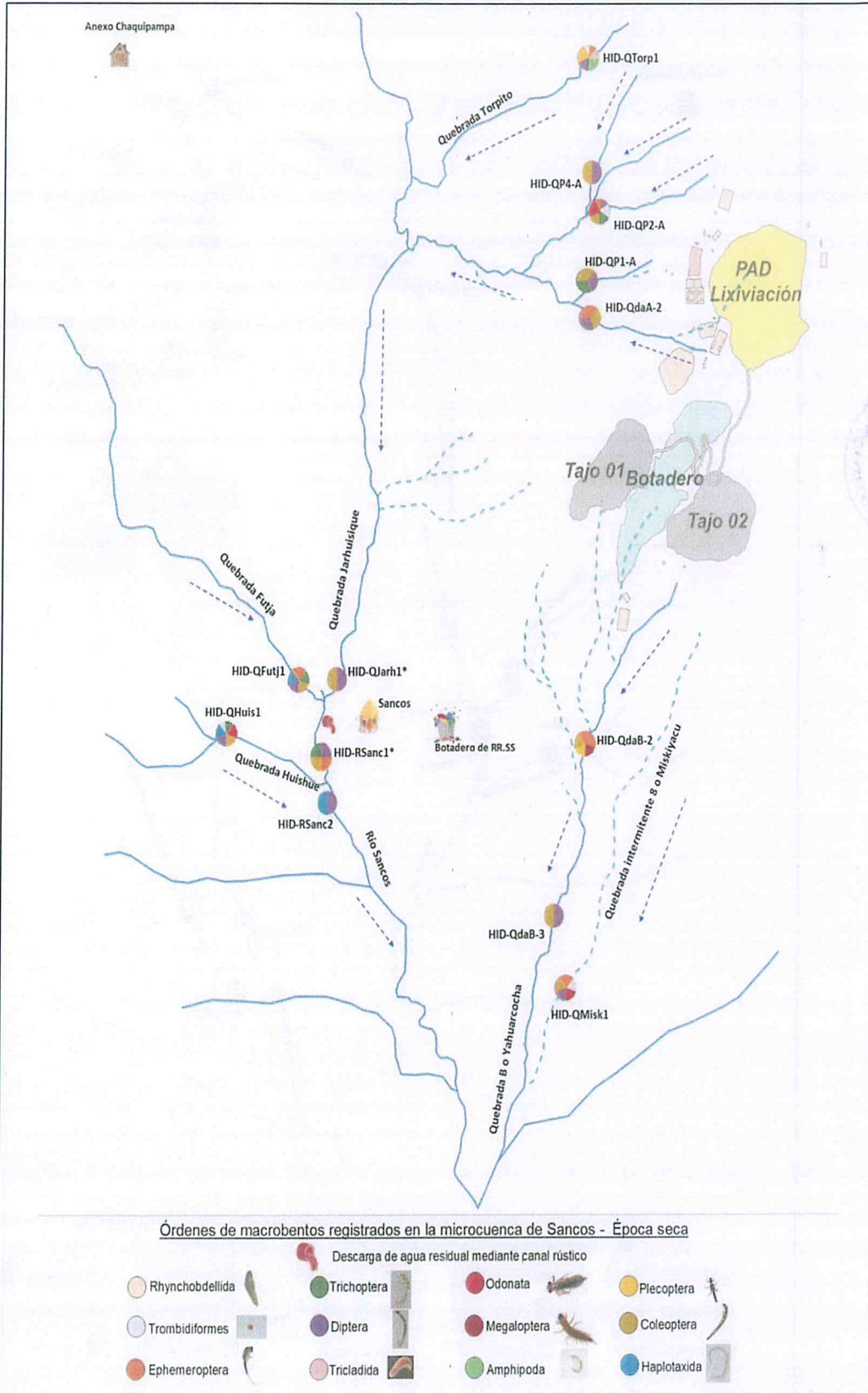
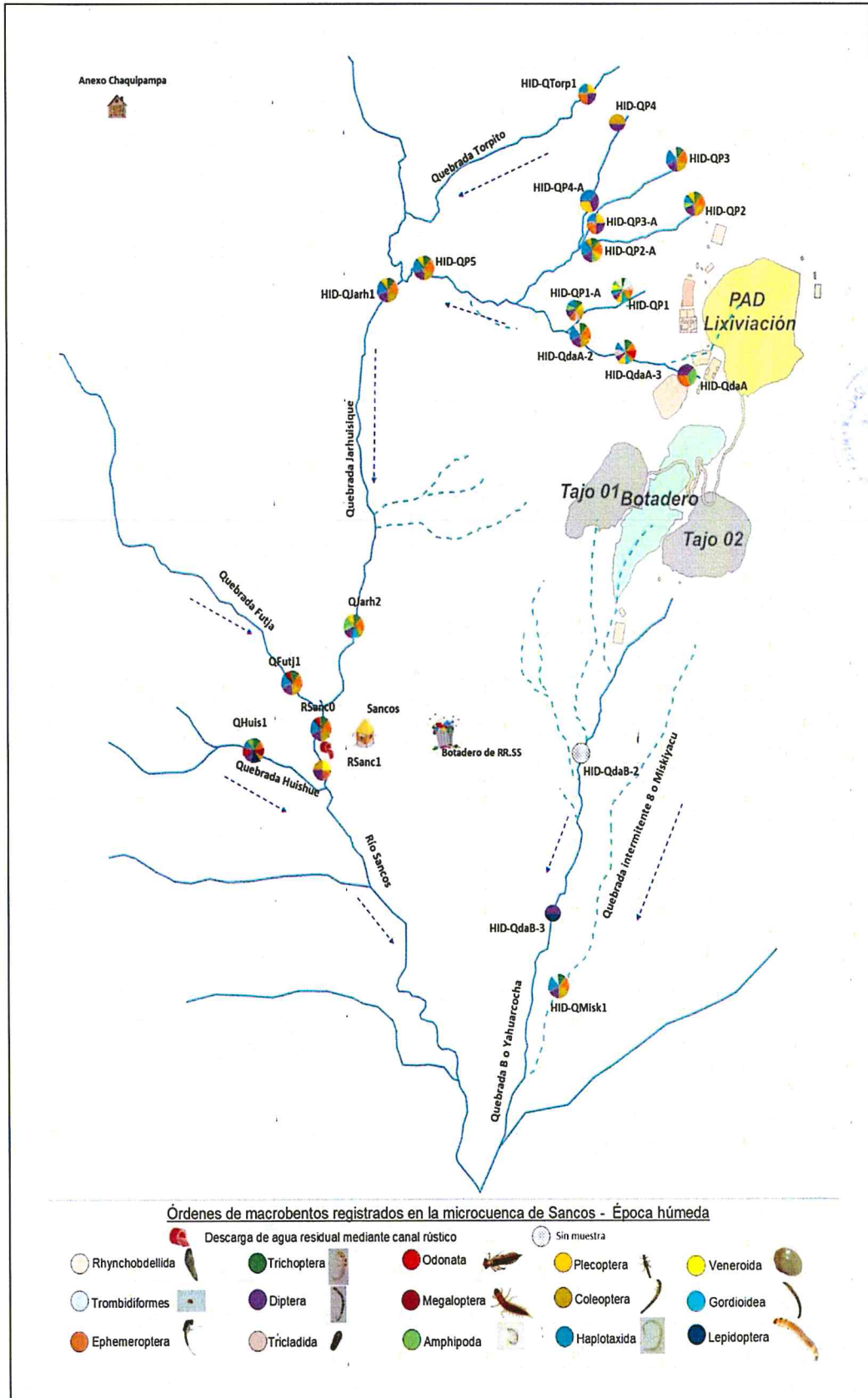


Figura 7- 102. Composición de macroinvertebrados bentónicos por orden en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca Sancos



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



A
2
LX
X
M
D
PA
M

Figura 7- 103. Composición de macroinvertebrados bentónicos por orden en marzo 2018 (época húmeda) la microcuenca Sancos



7.3.4.2.2 Riqueza

a. Perifiton (microalgas)

En la Figura 7-104 se observa que en época seca las quebradas A (HID-QdaA-2) y permanente 2 (HID-QP2-A) presentaron los valores de riqueza más altos, 48 taxones cada uno y la quebrada B o Yahuarcocha (HID-QdaB-2 y HID-QdaB-3) presentó los valores de riqueza más bajos, 13 y 14 taxones respectivamente.

En época húmeda la quebrada permanente 3 (HID-QP3) presentó el valor de riqueza más alto (45 taxones) y las quebradas Torpito (HID-QTorp1) y B o Yahuarcocha (HID-QdaB-1, HID-QdaB-2) presentaron los valores de riqueza más bajos, 3 y 6 taxones respectivamente.

En la Figura 7-105 se observa que en época seca la quebrada permanente 2 (HID-QP2-A) registró la mayor composición, 5 phyla y la quebrada B o Yahuarcocha (HID-QdaB-2) registró la menor composición, un phylum.

En época húmeda las quebradas A (HID-QdaA-1 y HID-QdaA-2) y permanente 2 (HID-QP2) presentaron mayor composición, 5 phyla y las quebradas Jarhuisique (HID-QJarh1) e intermitente 7 (HID-QI7-A) presentaron la menor composición, 1 phylum.

b. Macroinvertebrados bentónicos

En la Figura 7-106 se observa que en época seca la riqueza fue mayor en las quebradas intermitente 8 o Miskiyacu (HID-QMisk1) y permanente 2 (HID-QP2-A) con 14 taxones cada una.

En época húmeda la riqueza fue mayor en las quebradas permanente 1 (HID-QP1) con 22 taxones, A (HID-QdaA-2) con 20 taxones, permanente 2 (HID-QP2) con 19 taxa, intermitente 8 o Miskiyacu (HID-QMisk1) y Huishue (HID-QHuis1) con 15 taxones cada una.

Es importante indicar que en el punto de la quebrada permanente 5 (HID-QP5) no se registraron organismos y esto puede estar asociado a la intensa lluvia registrada un día antes del muestreo arrastrando los organismos de esta comunidad.

En la Figura 7-107 se observa que en época seca en las quebradas permanente 2 (HID-QP2-A) y Torpito (HID-QTorp1) registraron la mayor composición con 6 órdenes y en época húmeda la quebrada permanente 1 (HID-QP1) registró la mayor riqueza con 12 órdenes.



Handwritten notes and arrows on the left margin: an arrow pointing up, the number '2', and several illegible initials and symbols.





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

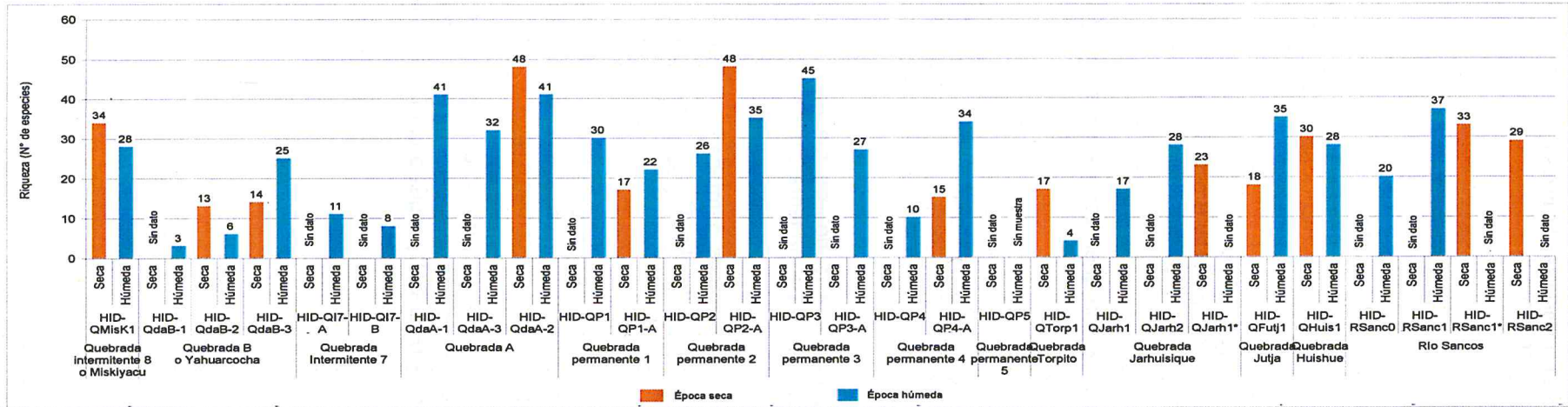


Figura 7- 104. Riqueza de perifiton (microalgas) por taxón en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda)

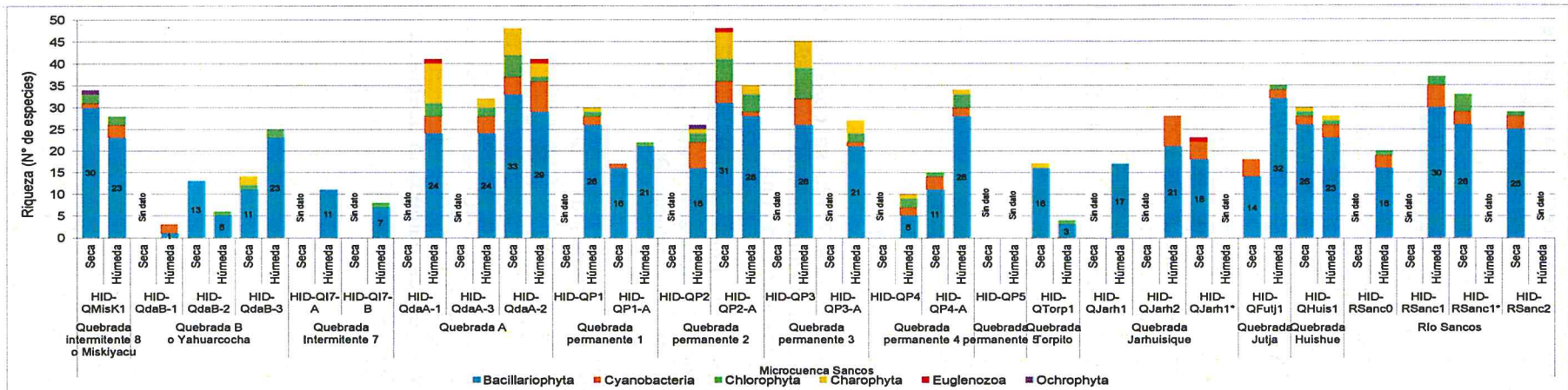
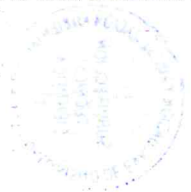


Figura 7- 105. Riqueza de perifiton (microalgas) por phylum en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda)





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

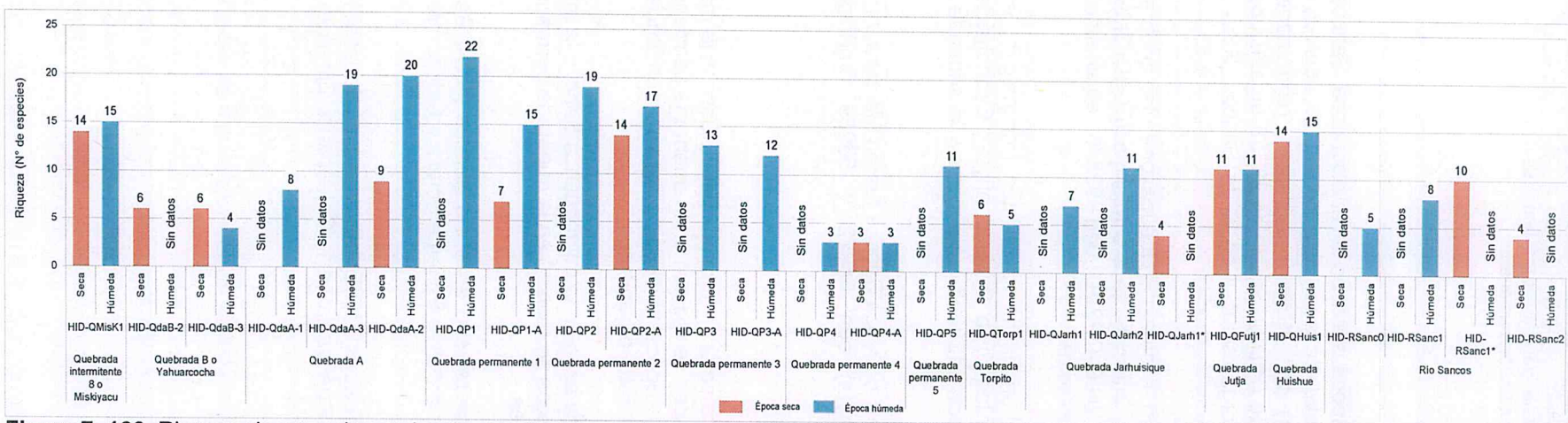


Figura 7- 106. Riqueza de macroinvertebrados bentónicos por taxones en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda)

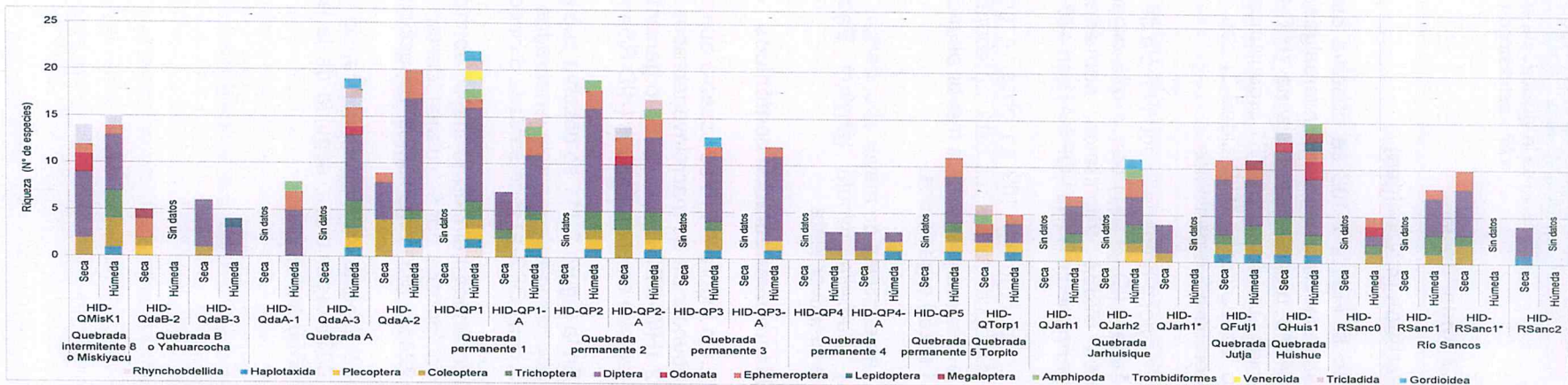


Figura 7- 107. Riqueza de macroinvertebrados bentónicos por orden en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda)



7.3.4.2.3 Abundancia

a. Perifiton (microalgas)

En la Figura 7-108 se observa que en época seca en la microcuenca Sancos la abundancia de perifiton (microalgas) fue mayor en las quebradas A (HID-QdaA-2) con 64749 organismos, Huishue (HID-QHuis1) con 59890 organismos, permanente 2 (HID-QP2-A) con 54781 organismos, Torpito (HID-QTorp1) con 29788 organismos, B o Yahuarcocha (HID-QdaB-2) con 19124 organismos y en el río Sancos (RSanc1*) con 51497 organismos.

En época húmeda la abundancia de perifiton (microalgas) fue mayor en las quebradas Futja (HID-QFutj1) con 77028 organismos, intermitente 8 o Miskiyacu (HID-QMisk1) con 62832 organismos, permanente 2 (HID-QP2-A) con 53846 organismos y permanente 4 (HID-QP4-A) con 45804 organismos.

En la Figura 7-109 se observa que la abundancia de perifiton (microalgas) en la microcuenca Sancos está representada por los phyla: Bacillariophyta y Cyanobacteria, la primera presentó la mayor abundancia con 1123627 organismos y la segunda con 111250 organismos.

Las especies de mayor abundancia en la microcuenca Sancos fueron *Melosira varians* y *Surirella minuta* (phylum Bacillariophyta) con 68972 y 56989 organismos respectivamente.

b. Macroinvertebrados bentónicos

En la Figura 7-110 se observa que en época seca en la microcuenca Sancos la mayor abundancia de macroinvertebrados bentónicos se registró en la quebrada permanente 2 (HID-QP2-A) con 2703 organismos y en época húmeda la mayor abundancia se registró en el río Sancos (HID-RSanc0) con 3863 organismos.

En la Figura 7-111 se observa que en época seca en la microcuenca Sancos la mayor abundancia de macroinvertebrados bentónicos se registró en la quebrada permanente 2 (HID-QP2-A) representada 5 cinco órdenes.

En época húmeda la mayor abundancia se registró en el río Sancos (HID-RSanc0) conformada por 5 órdenes, destacando los órdenes Ephemeroptera y Coleoptera con 2248 y 1081 organismos respectivamente.

La especie de mayor abundancia fue *Andesiops* sp. (Ephemeroptera: Baetidae) con 8383 organismos, seguida de la especie *Austrelmis* sp.1 (Coleoptera: Elmidae) con 5360 organismos.



Handwritten notes in blue ink: an arrow pointing up, the number '2', and a vertical list of letters: 'L', 'A', 'M', 'P', 'E', 'R', 'A', 'M', 'E'.



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

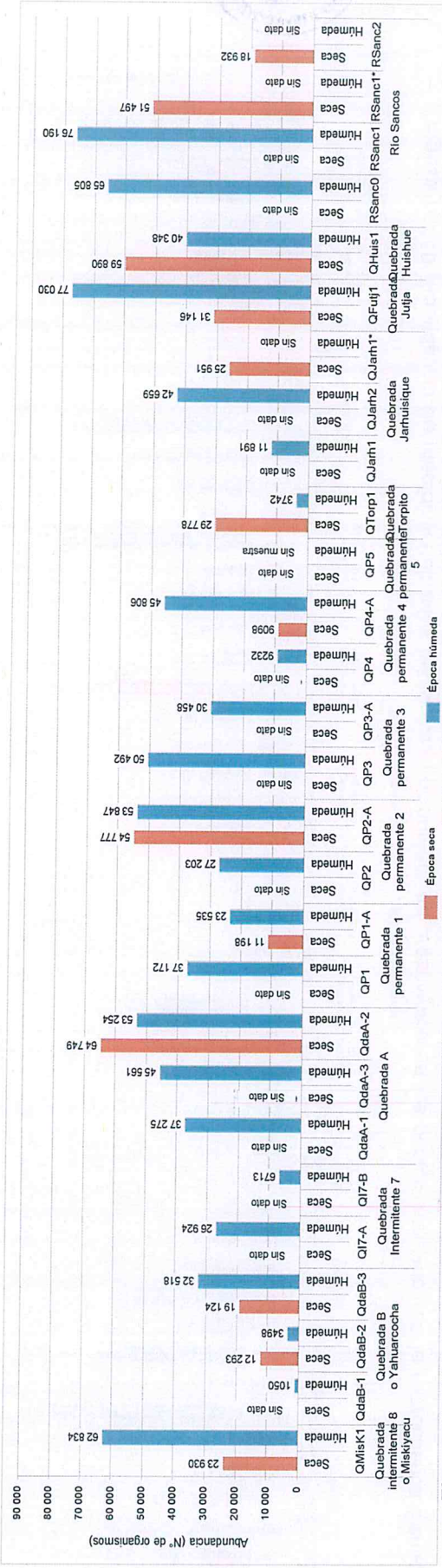


Figura 7- 108. Abundancia de perifiton (microalgas) por número de organismos en los cuerpos de agua evaluados en la microcuencia Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda)

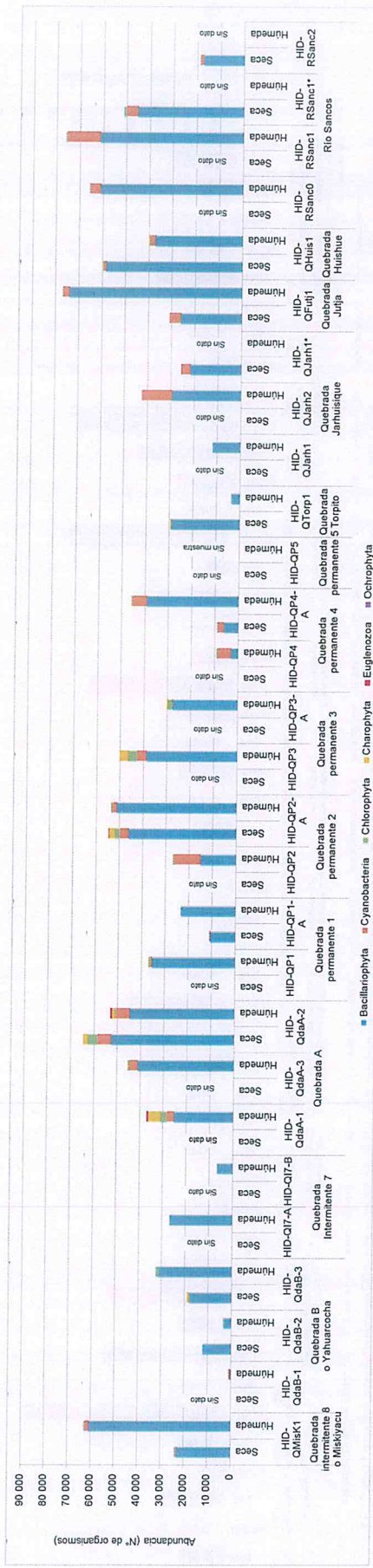


Figura 7- 109. Abundancia de perifiton (microalgas) por phylum en los cuerpos de agua evaluados en la microcuencia Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda)



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

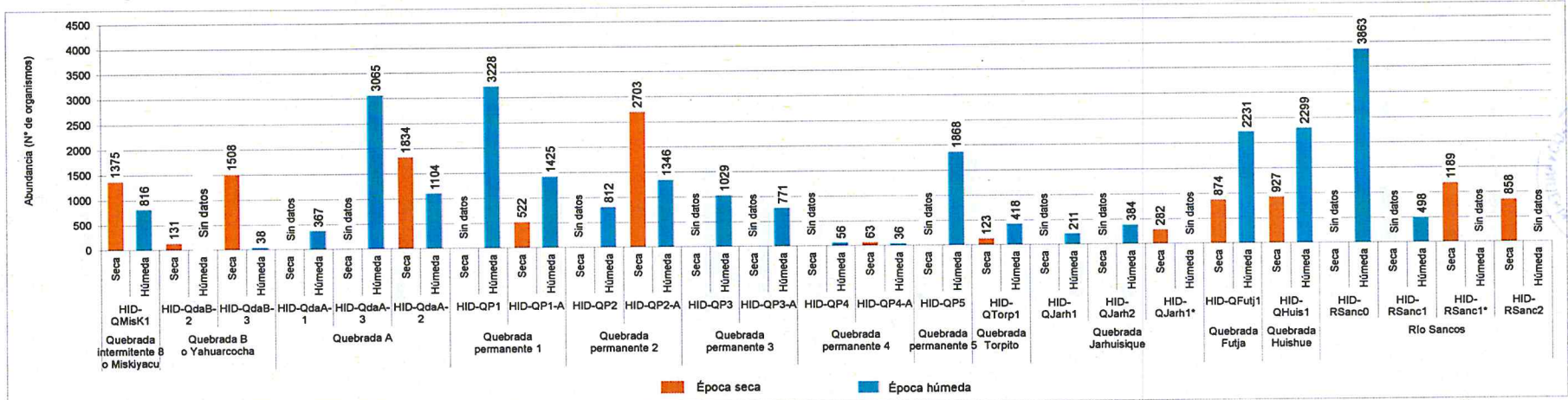


Figura 7- 110. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos por número de organismos en los puntos evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda)

Handwritten notes in blue ink on the left margin, including a large 'S' and several lines of illegible text.

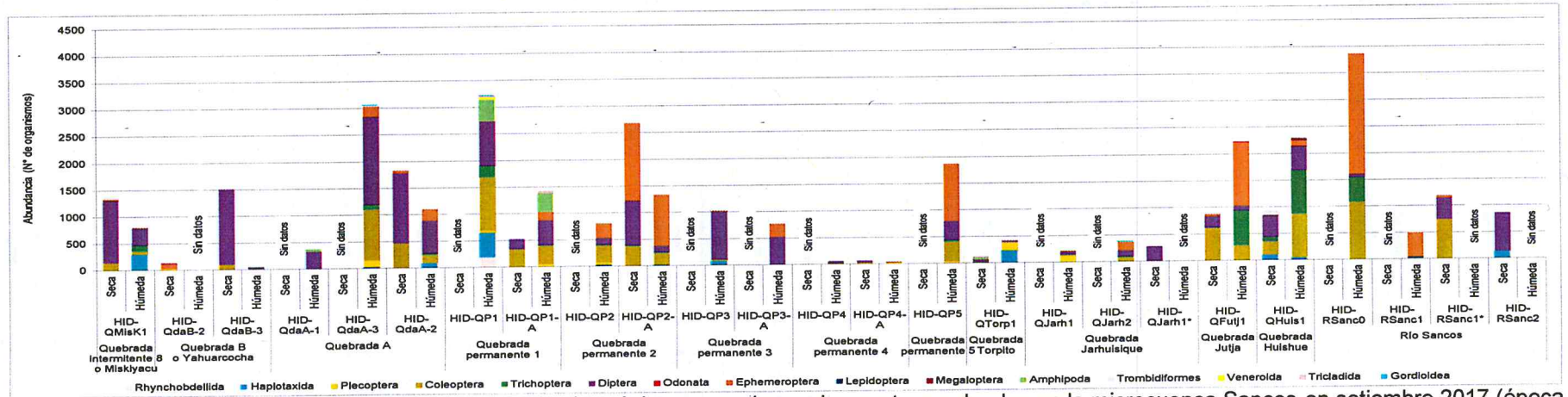


Figura 7- 111. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos por orden en los puntos evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca y marzo 2018 (época húmeda)



7.3.4.2.4 Índices de diversidad

a. Perifiton (microalgas)

• Diversidad alfa

En la Tabla 7-15 se presenta los valores del índice de Pielou (J') y los valores del índice de Hill (N1 y N2) para cada punto evaluado en los cuerpos de agua de la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda).

En época seca se registraron los mayores valores de riqueza (48 especies) en la quebrada A (HID-QdaA-2) y quebrada permanente 2 (HID-QP2-A). Además, en el punto de la quebrada A (HID-QdaA-2) se obtuvo los mayores valores de las especies abundantes (35,54 especies) y las especies más abundantes (33,63 especies). El índice de Pielou más alto se registró en la quebrada permanente 1 (HID-QP1) con 0,96. En época húmeda se registró el mayor valor de riqueza (45 especies) en la quebrada permanente 3 (HID-QP3) y un alto índice de Pielou (0,91) lo cual indica una distribución homogénea de la abundancia de individuos por especie.

Tabla 7- 15. Diversidad alfa de perifiton (microalgas) en la microcuenca Sancos

Índices		Riqueza (S)		Abundancia (N)		Pielou (J')		Hill N1		Hill N2	
Época		Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Quebrada intermitente 8 o Miskiyacu	HID-QMisK1	34	28	23 930	62 834	0,94	0,86	27,17	17,73	22,74	13,34
Quebrada B o Yahuarcocha	HID-QdaB-1	s/d	3	s/d	1050	s/d	1,00	s/d	3	s/d	3
	HID-QdaB-2	13	6	12293	3498	0,86	0,84	9,08	4,47	6,86	3,34
	HID-QdaB-3	14	25	19124	32518	0,84	0,88	9,28	16,85	7,02	12,17
Quebrada Intermitente 7	HID-QI7-A	s/d	11	s/d	26924	s/d	0,81	s/d	6,91	s/d	5,09
	HID-QI7-B	s/d	8	s/d	6713	s/d	0,87	s/d	6,16	s/d	5,34
Quebrada A	HID-QdaA-1	s/d	41	s/d	37275	s/d	0,95	s/d	33,63	s/d	29,25
	HID-QdaA-3	s/d	32	s/d	45561	s/d	0,86	s/d	19,68	s/d	14,47
	HID-QdaA-2	48	41	64749	53254	0,92	0,95	35,54	33,46	28,45	28,71
Quebrada permanente 1	HID-QP1	s/d	30	s/d	37172	s/d	0,89	s/d	20,88	s/d	15,64
	HID-QP1-A	17	22	11198	23535	0,96	0,92	15,28	16,95	13,89	14,29
Quebrada permanente 2	HID-QP2	s/d	26	s/d	27203	s/d	0,90	s/d	18,96	s/d	14,86
	HID-QP2-A	48	35	54777	53847	0,90	0,88	32,06	23,04	23,29	17,93
Quebrada permanente 3	HID-QP3	s/d	45	s/d	50492	s/d	0,91	s/d	31,57	s/d	24,95
	HID-QP3-A	s/d	27	s/d	30458	s/d	0,86	s/d	17,13	s/d	12,85
Quebrada permanente 4	HID-QP4	s/d	10	s/d	9232	s/d	0,76	s/d	5,70	s/d	3,88
	HID-QP4-A	15	34	9098	45806	0,92	0,87	12,23	21,76	10,75	16,10
Quebrada permanente 5	HID-QP5	s/d	****	s/d	****	s/d	****	s/d	****	s/d	****
Quebrada Torpito	HID-QTorp1	17	4	29778	3742	0,80	0,81	9,59	3,08	6,72	2,70
Quebrada Jarhuisique	HID-QJarh1	s/d	17	s/d	11891	s/d	0,94	s/d	14,26	s/d	12,30
	HID-QJarh2	s/d	28	s/d	42659	s/d	0,93	s/d	22,18	s/d	18,79
	HID-QJarh1*	23	s/d	25951	s/d	0,83	s/d	13,59	s/d	8,41	s/d
Quebrada Futja	HID-QFutj1	18	35	31146	77030	0,84	0,89	11,47	23,61	8,06	17,23
Quebrada Huishue	HID-QHuis1	30	28	59890	40348	0,85	0,89	18,23	19,38	12,12	13,04
Río Sancos	HID-RSanc0	s/d	20	s/d	65805	s/d	0,89	s/d	14,32	s/d	11,29
	HID-RSanc1	s/d	37	s/d	76190	s/d	0,86	s/d	22,21	s/d	16,13
	HID-RSanc1*	33	s/d	51497	s/d	0,83	s/d	18,22	s/d	12,07	s/d
	HID-RSanc2	29	s/d	18932	s/d	0,94	s/d	23,79	s/d	20,42	s/d

s/d : Sin datos

(****) : Ningún organismo encontrado.

: Valores máximos de índices de diversidad alfa



- Diversidad beta**

En la Figura 7-112 se observa el dendograma de similitud de Bray Curtis, que agrupó los puntos evaluados en la microcuenca de Sancos en cuatro conglomerados con una similitud mayor al 50 %.

El primer conglomerado presentó una similitud del 50 % y estuvo conformado por 1 punto en la quebrada A (HID-QdaA-2) y 1 punto en la quebrada permanente 2 (HID-QP2-A) en época seca.

El segundo conglomerado presentó una similitud del 52 % y estuvo conformado por 1 punto en la quebrada Futja (HID-Futj1) y 2 puntos en el río Sancos (HID-RSanc0 y HID-RSanc1) en época húmeda.

El tercer conglomerado presentó una similitud del 55 % y estuvo conformado por 1 punto en la quebrada Huishue (HID-QHuis1) en época seca y húmeda.

El cuarto conglomerado presentó una similitud del 54 % y estuvo conformado por 1 punto en la quebrada intermitente 7 (HID-QI7-A) en época húmeda y 1 punto en la quebrada Torpito (HID-QTorp1) en época seca.

- b. Macroinvertebrados bentónicos**

- Diversidad alfa**

En la Tabla 7-16 se presenta los valores del índice de Pielou (J') y los valores del índice de Hill (N1 y N2) para cada punto evaluado en ambas épocas.

En época seca se registró una mayor riqueza (14 especies) en la quebrada intermitente 8 o Miskiyacu (HID-QMisK1). El índice de Pielou más alto se registró en la quebrada permanente 4 (HID-QP4-A) y los mayores valores de especies abundantes (N1) y especies más abundantes (N2) se observó en la quebrada Huishue (HID-QHuis1) con 7,00 y 5,34 especies efectivas.

En época húmeda se registró una mayor riqueza (22 especies) en la quebrada permanente 1 (HID-QP1) con un alto índice de Pielou (0,91) lo cual indica una distribución homogénea de la abundancia de individuos por especie.

El índice de Pielou más alto (0,85) se registró en la quebrada permanente 4 (HID-QP4-A), las especies abundantes (N1) y especies más abundantes (N2) se observó en la quebrada A (HID-QdaA-2) con 10,85 y 7,99 especies efectivas.

Tabla 7- 16. Diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca Sancos


Índices	Riqueza (S)		Abundancia (N)		Pielou (J')		Hill N1		Hill N2		
	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	
Quebrada intermitente 8 o Miskiyacu	HID-QMisK1	14	15	1375	816	0,61	0,67	5,06	6,16	3,04	4,06
Quebrada B o Yahuarcocha	HID-QdaB-2	6	s/d	131	s/d	0,56	s/d	2,75	s/d	1,98	s/d
	HID-QdaB-3	6	4	1508	38	0,41	0,70	2,10	2,64	1,49	1,99
Quebrada A	HID-QdaA-1	s/d	8	s/d	367	s/d	0,80	s/d	5,31	s/d	4,48
	HID-QdaA-3	s/d	19	s/d	3065	s/d	0,63	s/d	6,41	s/d	4,64
	HID-QdaA-2	9	20	1834	1104	0,72	0,80	4,89	10,85	3,68	7,99
Quebrada permanente 1	HID-QP1	s/d	22	s/d	3228	s/d	0,67	s/d	8,04	s/d	5,70
	HID-QP1-A	7	15	522	1425	0,70	0,66	3,93	5,93	3,51	4,67
Quebrada permanente 2	HID-QP2	s/d	19	s/d	812	s/d	0,66	s/d	6,92	s/d	4,15
	HID-QP2-A	14	17	2703	1346	0,50	0,52	3,77	4,36	2,71	2,74



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

Índices		Riqueza (S)		Abundancia (N)		Pielou (J')		Hill N1		Hill N2	
Época		Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Quebrada permanente 3	HID-QP3	s/d	13	s/d	1029	s/d	0,61	s/d	4,81	s/d	3,18
	HID-QP3-A	s/d	12	s/d	771	s/d	0,67	s/d	5,33	s/d	4,16
Quebrada permanente 4	HID-QP4	s/d	3	s/d	56	s/d	0,74	s/d	2,26	s/d	1,95
	HID-QP4-A	3	3	63	36	0,80	0,85	2,41	2,55	2,23	2,23
Quebrada permanente 5	HID-QP5	s/d	11	s/d	1868	s/d	0,61	s/d	4,33	s/d	3,12
Quebrada Torpito	HID-QTorp1	6	5	123	418	0,77	0,59	4,00	2,61	3,24	2,22
Quebrada Jarhuisique	HID-QJarh1	s/d	7	s/d	211	s/d	0,71	s/d	3,98	s/d	2,93
	HID-QJarh2	s/d	11	s/d	384	s/d	0,70	s/d	5,30	s/d	3,98
	HID-QJarh1*	4	s/d	282	s/d	0,38	SD	1,69	s/d	1,35	s/d
Quebrada Futja	HID-QFutj1	11	11	874	2231	0,40	0,50	2,64	3,29	1,87	2,58
Quebrada Huishue	HID-QHuis1	14	15	927	2299	0,74	0,61	7,00	5,27	5,34	3,72
Río Sancos	HID-RSanc0	s/d	5	s/d	3863	s/d	0,62	s/d	2,71	s/d	2,31
	HID-RSanc1	s/d	8	s/d	498	s/d	0,24	s/d	1,66	s/d	1,23
	HID-RSanc1*	10	s/d	1189	s/d	0,47	s/d	2,96	s/d	2,21	s/d
	HID-RSanc2	4	s/d	858	s/d	0,54	s/d	2,13	s/d	1,68	s/d

s/d : Sin datos

 : Valores máximos de índices de diversidad alfa

Diversidad beta

En la Figura 7-113 se observa el dendograma de similitud de Bray Curtis que agrupa los puntos evaluados en la microcuenca de Sancos en 3 conglomerados bien diferenciados.

El primer conglomerado presentó una similitud del 58 % y estuvo conformado por 1 punto en el río Sancos (HID-RSanc1*), 1 punto en la quebrada permanente 2 (HID-QP2-A) y 1 punto en la quebrada Huishue (HID-QHuis1) en época seca.

El segundo conglomerado presentó una similitud del 68 % y estuvo conformado por 1 punto en la quebrada permanente 1 (HID-QP1-A) y 1 punto en la quebrada permanente 5 (HID-QP5) en época húmeda.

El tercer conglomerado presentó una similitud del 60 % y estuvo conformado por 1 punto en la quebrada A (HID-Qda A-3) y 1 punto en la quebrada permanente 1 (HID-QP1) en época húmeda.



1
2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12



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

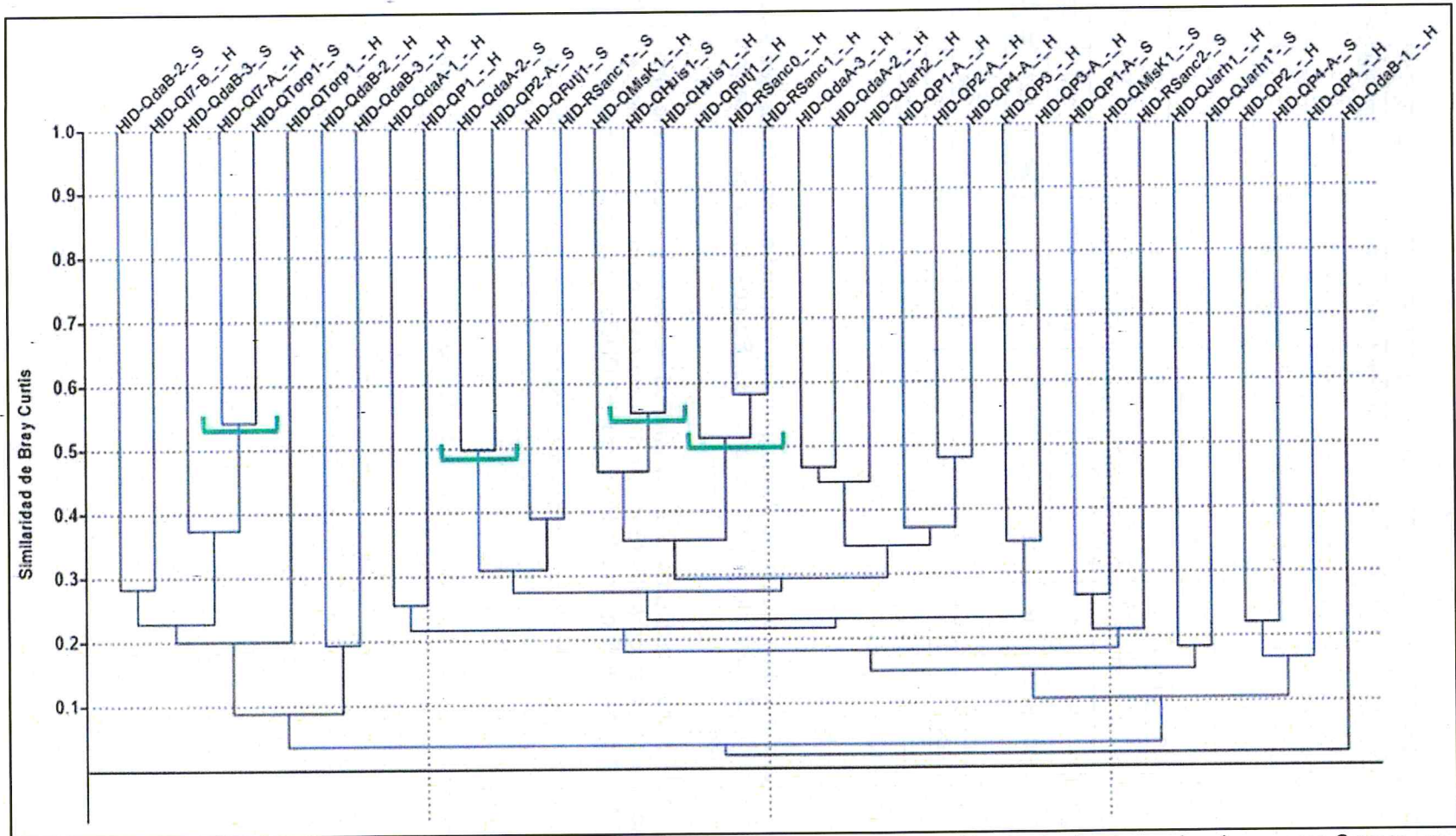


Figura 7- 112. Dendrograma de similitud de Bray Curtis de perifiton (microalgas) en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda)

1
 z
 ut
 A
 94
 Q
 pc
 A
 na
 64



7.3.4.2.5 Calidad biológica

En la Figura 7-114 se observa que en época seca en las quebradas permanente 4 (HID-QP4-A), Jarhuisique (HID-QJarh1*) y el río Sancos (HID-RSanc2) tuvieron una calida biológica pésima.

Las quebradas permanente 1 (HID-QP1-A), A (HID-QdaA-2) y B o Yahuarcocha (HID-QdaB-2 y HID- QdaB-3) tuvieron una calidad biológica mala.

Las quebradas Torpito (HID-QTorp1), Futja (HID-Futj1), Huishue (HID-Huis1), intermitente 8 o Miskiyacu (HID-Misk1) y el río Sancos (HID-Sanc1*) tuvieron una calidad biológica moderada y la quebrada permanente 2 (HID-QP2-A) tuvo una calidad biológica buena.

En la Figura 7-115 se observa que en época húmeda la quebrada B o Yahuarcocha (HID-QdaB-3) tuvo una calidad biológica pésima.

Las quebradas Torpito (HID-QTorp1), permanente 4 (HID-QP4, HID-QP4-A), permanente 3 (HID-QP3-A), A (HID-QdaA-1) y el río Sancos (HID-RSanc0 y HID-RSanc1) tuvieron una calidad biológica mala.

Las quebradas permanente 3 (HID-QP3), Jarhuisique (HID-QJarh1), Futja (HID-Futj1) e intermitente 8 o Miskiyacu (HID-Misk1) tuvieron una calidad biológica moderada.

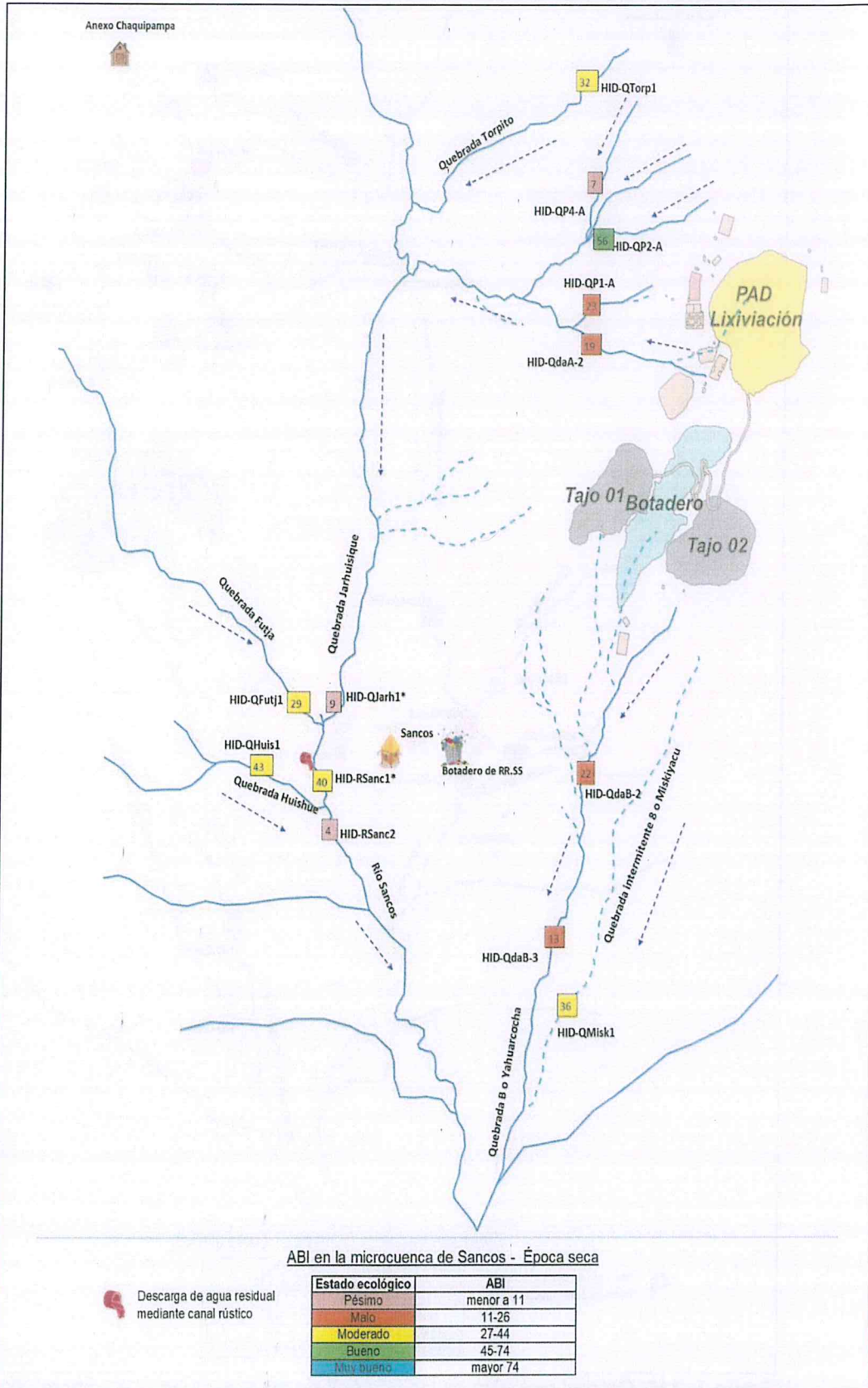
Las quebradas permanente 2 (HID-QP2, HID-QP2-A), permanente 1 (HID-QP1, HID-QP1-A), A (HID-QdaA-2 y HID- QdaA-3), permanente 5 (HID-QP5), Jarhuisique (HID-QJarh2) y Huishue (HID-Huis1) tuvieron una calidad biológica buena.



Handwritten notes and symbols in blue ink, including a downward arrow, 'ut', 'x', 'A', 'l', 're', 'O', 'na', 'y', and 'O'.



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



H
 U
 X
 S
 R
 D
 M
 S

Figura 7- 114. Calidad biológica en los cuerpos de agua evaluados en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca Sancos



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

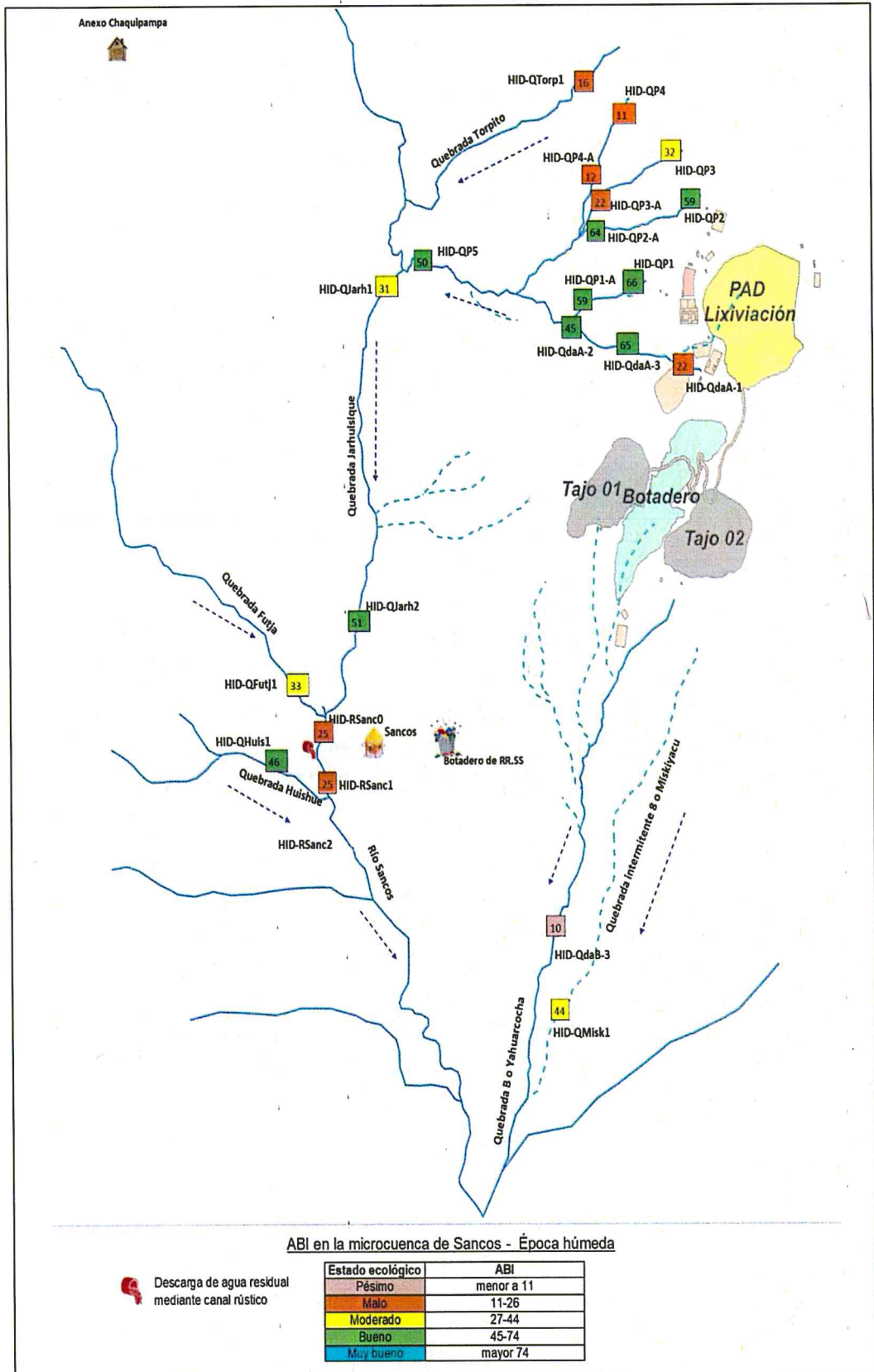


Figura 7- 115. Calidad biológica en los cuerpos de agua evaluados en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca Sancos



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

En la Tabla 7-17 se detalla la calidad biológica asociada con la sensibilidad de cada una de las familias y su grado de perturbación en cada uno de los puntos evaluados en la microcuenca de Sancos.

Se registró la presencia de las familias Chironomidae, Hydrophilidae, Dysticidae y Staphylinidae que son tolerantes, dentro de las facultativas encontramos a las familias Hydropsychidae, Hydroptilidae, Empididae, Simuliidae, Ceratopogonidae, Libellulidae, Stratiomyidae, Aeshenidae, Elmidae, Tipulidae y Baetidae y por último las sensibles estuvieron representadas por las familias Perlidae, Gripopterygidae, Leptophlebiidae, Blephariceridae e Hydrobiosidae.

Tabla 7- 17. Familias de macroinvertebrados bentónicos relacionadas con el grado de perturbación en la microcuenca Sancos

N°	Puntos de muestreo	Calidad Biológica	Familias (puntajes de sensibilidad)	Grado de sensibilidad / perturbación
1	HID-QdaB-3 (húmeda) HID-QP4-A (seca) HID-QJarh1* (seca) HID-RSanc2 (seca)	Pésimo	Dytiscidae (3) Staphylinidae (3) Chironomidae (2) Empididae (4) Simuliidae (5) Tipulidae (5)	Facultativas (3) Tolerantes (3)
2	HID-QdaB-2 (seca) HID-QdaB-3 (seca) HID-QdaA-1 (húmeda) HID-QdaA-2 (seca) HID-QP1-A (seca) HID-QP3-A (húmeda) HID-QP4 (húmeda) HID-QP4-A (húmeda) HID-QTorp1 (húmeda) HID-RSanc0 (húmeda) HID-RSanc1 (húmeda)	Mala	Perlidae (10) Gripopterygidae (10) Dytiscidae (3) Gyrinidae (3) Elmidae (5) Staphylinidae (3) Hydropsychidae (5) Hydroptilidae (6) Hydrobiosidae (8) Ceratopogonidae (4) Chironomidae (2) Empididae (4) Muscidae (2) Simuliidae (5) Tipulidae (5) Libellulidae (6) Baetidae (4) Leptophlebiidae (10)	Sensibles (4) Facultativas (9) Tolerantes (5)
3	HID-QMisk1 (seca,húmeda) HID-QP3 (húmeda) HID-QJarh1 (húmeda) HID-QFuj1 (seca, húmeda) HID-QHuis1 (seca) HID-RSanc1* (seca)	Moderada	Gripopterygidae (10) Dytiscidae (3) Elmidae (5) Staphylinidae (3) Hydrophilidae (3) Hydroptilidae (6) Hydrobiosidae (8) Ceratopogonidae (4) Chironomidae (2) Empididae (4) Ephydriidae (2) Muscidae (2) Simuliidae (5) Tabanidae (4) Stratiomyidae (4) Aeshenidae (6) Tipulidae (5) Libellulidae (6) Baetidae (4) Leptophlebiidae (10)	Sensibles (3) Facultativas (11) Tolerantes (6)
4	HID-QdaA-3 (húmeda) HID-QdaA-2 (húmeda) HID-QP1 (húmeda) HID-QP1-A (húmeda) HID-QP2 (húmeda) HID-QP2-A (seca, húmeda) HID-QP5 (húmeda) HID-QJarh2 (húmeda) HID-QHuis1 (húmeda)	Buena	Gripopterygidae (10) Dytiscidae (3) Elmidae (5) Hydroptilidae (6) Hydrobiosidae (8) Blephariceridae (10) Ceratopogonidae (4) Chironomidae (2) Empididae (4) Muscidae (2) Simuliidae (5)	Sensibles (4) Facultativas (11) Tolerantes (3)



Handwritten notes and signatures on the left margin, including the name 'D. M. M.' and various initials.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

N°	Puntos de muestreo	Calidad Biológica	Familias (puntajes de sensibilidad)	Grado de sensibilidad / perturbación
			Tabanidae (4) Stratiomyidae (4) Tipulidae (5) Aeshenidae (6) Libellulidae (6) Baetidae (4) Leptophlebiidae (10)	

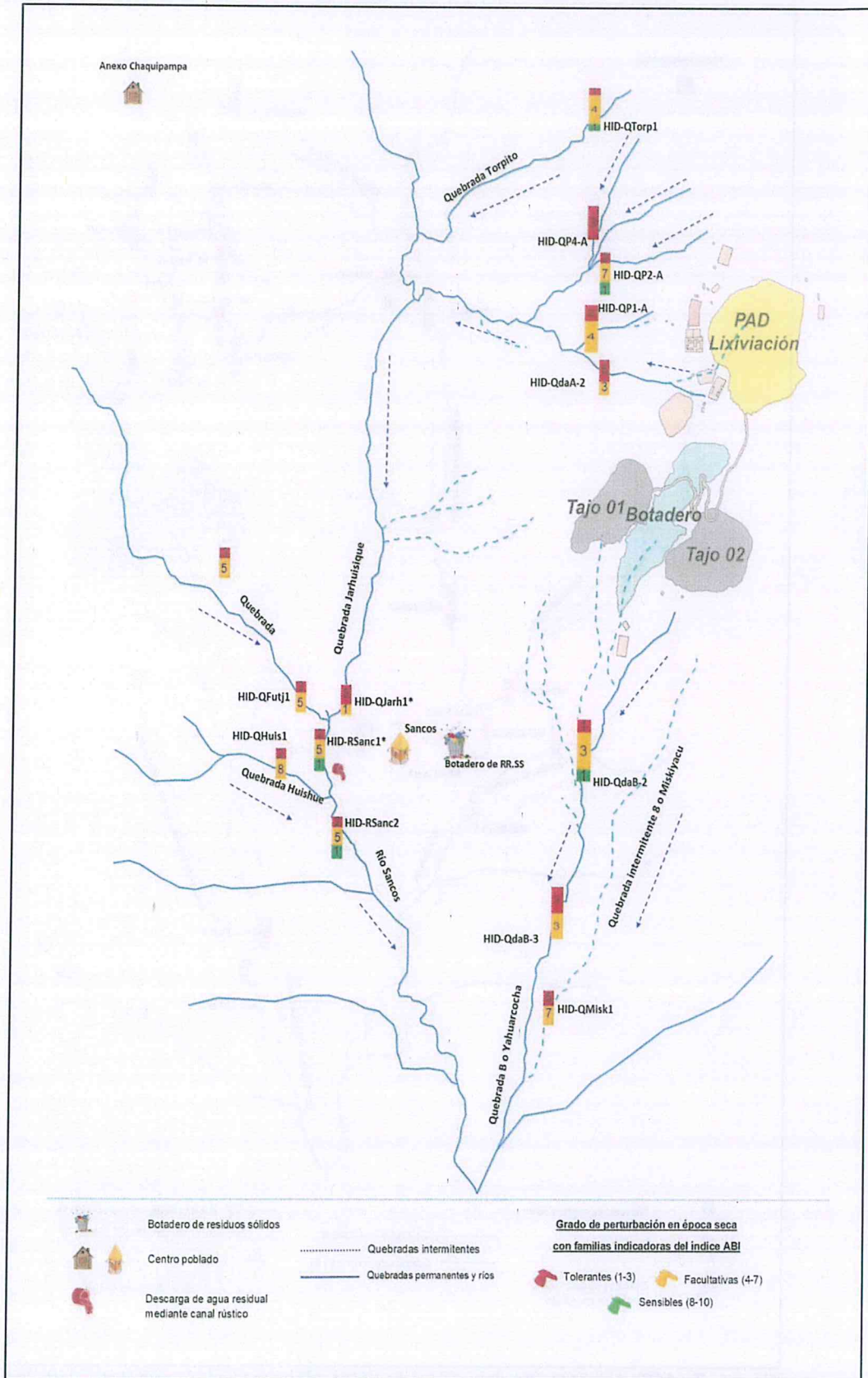
En la Figura 7-116 y Figura 7-117 se presenta el número de familias sensibles, facultativas y tolerantes en los puntos evaluados en la microcuenca de Sancos.



Handwritten notes and symbols: a vertical line with a hook, followed by 'SA', 'SA', 'SA', 'SA', 'D', 'PA', '4', and '0'.



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

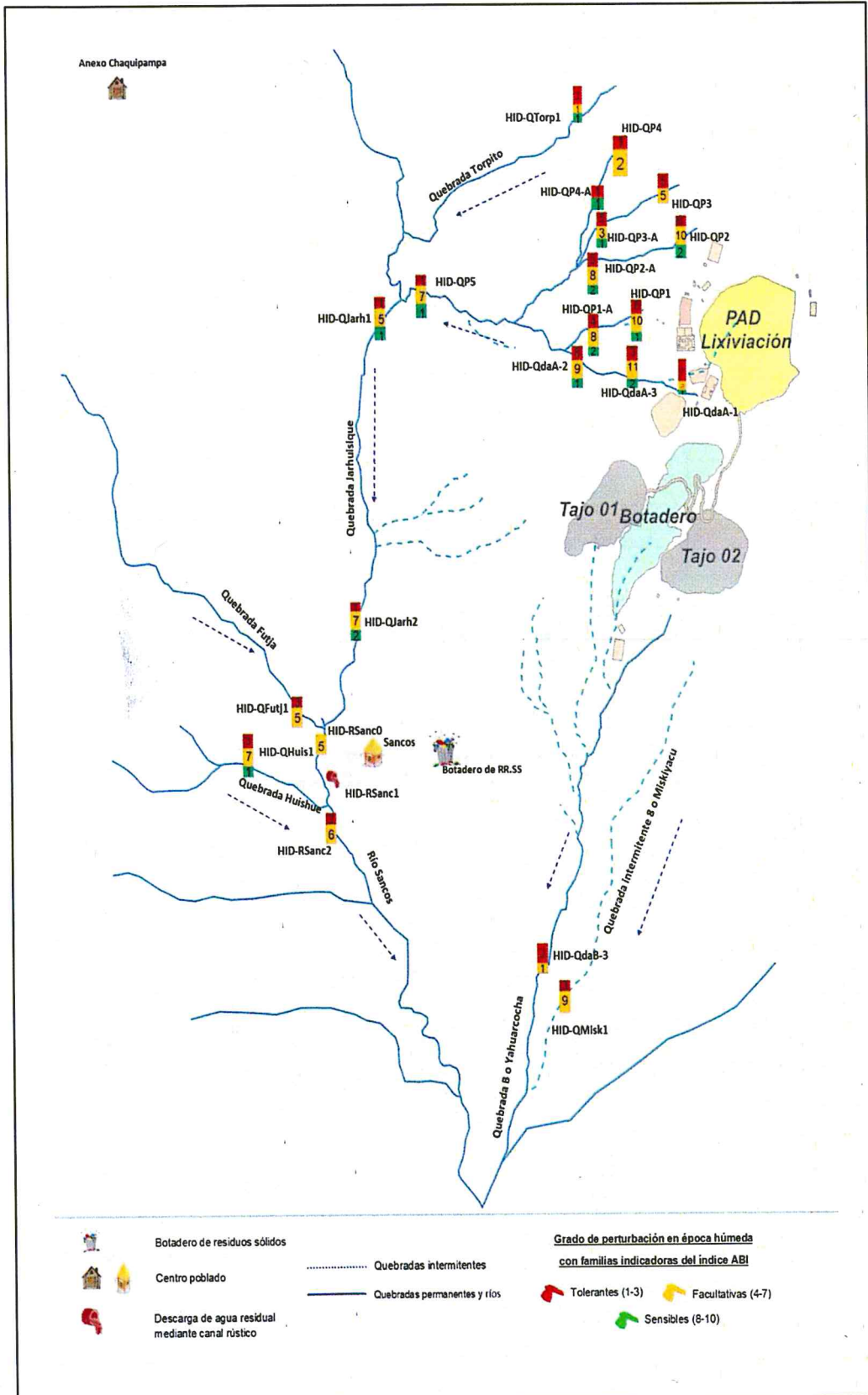


Handwritten notes in blue ink: 'X A I R B O PA U O' with arrows pointing to specific locations on the map.

Figura 7- 116. Número de familias sensibles, facultativas y tolerantes en los puntos evaluados en setiembre 2017 (época seca) en la microcuenca de Sancos



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



Handwritten notes in blue ink, including a vertical list of numbers: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.

Figura 7- 117. Número de familias sensibles, facultativas y tolerantes en los puntos evaluados en marzo 2018 (época húmeda) en la microcuenca de Sancos

**7.3.4.2.6 Calidad ecológica**

En la Tabla 7-18 se presenta la calidad ecológica de las quebradas y ríos evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda). Los resultados se realizaron en base a los datos obtenidos en campo siguiendo el protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S).

Se determinó una calidad ecológica pésima en época seca en 2 puntos de la quebrada B o Yahuarcocha (HID-QdaB-2 y HID-QdaB-3), 1 punto en la quebrada permanente 4 (HID-QP4) y en época húmeda en 1 punto de la quebrada B o Yahuarcocha (HID-QdaB-3).

Se determinó una calidad ecológica mala en 1 punto de la quebrada A (HID-QdaA-2) y en 1 punto en la quebrada permanente 1 (HID-QP1-A) y en época húmeda en 1 punto de la quebrada A (HID-QdaA-1), 1 punto en la quebrada permanente 3 (HID-QP3-A) y 2 puntos de la quebrada permanente 4 (HID-QP4 y HID-QP4-A).

Tabla 7- 18. Calidad ecológica de acuerdo al protocolo CERA – S en la microcuenca Sancos

Punto de muestreo	Época	Calidad hidromorfológica	Calidad biológica	Calidad ecológica
HID-QMisK1	Seca	Moderada	Moderado	Moderada
	Húmeda	Buena	Moderado	Moderada
HID-QdaB-2	Seca	Mala	Malo	Mala
	Húmeda	Moderada	Sin datos	Moderada
HID-QdaB-3	Seca	Mala	Malo	Mala
	Húmeda	Moderada	Pésimo	Pésima
HID-QdaA-1	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Buena	Malo	Mala
HID-QdaA-3	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Buena	Bueno	Buena
HID-QdaA-2	Seca	Mala	Malo	Mala
	Húmeda	Buena	Bueno	Buena
HID-QP1	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Buena	Bueno	Buena
HID-QP1-A	Seca	Moderada	Malo	Mala
	Húmeda	Buena	Bueno	Buena
HID-QP2	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Moderada	Bueno	Moderada
HID-QP2-A	Seca	Mala	Bueno	Moderada
	Húmeda	Buena	Bueno	Buena
HID-QP3	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Buena	Moderado	Moderada
HID-QP3-A	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Buena	Malo	Mala
HID-QP4	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Buena	Malo	Mala
HID-QP4-A	Seca	Moderada	Pésimo	Pésima
	Húmeda	Buena	Malo	Mala
HID-QP5	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Buena	Bueno	Buena
HID-QTorp1	Seca	Mala	Moderado	Moderada
	Húmeda	Buena	Malo	Mala
HID-QJarh1	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Buena	Moderado	Moderada
HID-QJarh2	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Buena	Bueno	Buena
HID-QJarh1*	Seca	Mala	Pésimo	Pésima
	Húmeda	Sin datos	Sin datos	Sin datos
HID-QFutj1	Seca	Moderada	Moderado	Moderada
	Húmeda	Moderada	Moderado	Moderada
HID-QHuis1	Seca	Moderada	Moderado	Moderada
	Húmeda	Buena	Bueno	Buena
HID-RSanc0	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Buena	Malo	Mala



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

Punto de muestreo	Época	Calidad hidromorfológica	Calidad biológica	Calidad ecológica
HID-RSanc1	Seca	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	Húmeda	Moderada	Malo	Mala
HID-RSanc1*	Seca	Moderada	Moderado	Moderada
	Húmeda	Sin datos	Sin datos	Sin datos
HID-RSanc2	Seca	Moderada	Pésimo	Pésima
	Húmeda	Sin datos	Sin datos	Sin datos

7.3.4.2.7 Análisis de componentes principales (ACP)

Para el análisis de componentes principales (ACP) en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) se consideraron los parámetros de campo, tomados *in situ*, tales como pH y conductividad eléctrica y los parámetros relacionados a drenaje ácido como sulfatos, aluminio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y zinc.

La varianza total explicada a partir de la extracción de los 5 componentes fue de 92,07 %, donde el primer componente aportó un 51,24 %, el segundo 17,21 %, el tercero 11,48 %, el cuarto 7,79 % y el quinto 4,35 %. En relación con la varianza total explicada por cada variable, el mayor valor lo obtuvo el oxígeno disuelto en agua con 0,74 % y el menor valor lo registró la temperatura con 0,62 %.

En la Tabla 7-19 se muestran los 5 componentes obtenidos en el ACP, así como su relación con las variables analizadas. El primer componente, estuvo relacionado con los metales totales en agua (aluminio, cobalto, manganeso y zinc) y presentó una correlación negativa con el pH, indicando que un aumento en la concentración de metales totales implicaría una reducción del pH.

Por otro lado, el segundo componente presentó una correlación positiva entre la conductividad eléctrica y los sulfatos, esto indica que un aumento en la concentración de sulfatos involucra un aumento en la conductividad eléctrica. El tercer componente presentó una relación negativa con la temperatura, el cuarto componente presentó una relación positiva con el oxígeno disuelto y el quinto registró una relación positiva con el cobalto y una relación negativa con el hierro.

Tabla 7- 19. Análisis de componentes principales (ACP) para las variables consideradas en la microcuenca Sancos

Variables	Componentes rotados				
	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
pH	-0,34	0,05	0,19	-0,09	0,27
Temperatura	0,06	0,16	-0,62	0,57	0,46
Oxígeno disuelto	-0,01	0,01	0,61	0,74	-0,14
Conductividad eléctrica	0,09	0,65	-0,08	-0,20	-0,19
Sulfatos	0,11	0,65	0,17	0,09	-0,07
Aluminio total (Al)	0,37	-0,12	-0,16	0,13	-0,18
Cobalto total (Co)	0,39	-0,05	0,10	-0,06	0,21
Cobre total (Cu)	0,39	-0,19	0,29	-0,16	0,40
Hierro total (Fe)	0,32	-0,17	-0,17	0,06	-0,60
Manganeso total (Mn)	0,34	0,20	0,18	-0,16	0,23
Zinc total (Zn)	0,45	0,01	-0,02	0,05	0,06
% explicación por componente	51,24	17,21	11,48	7,79	4,35
% explicación acumulado	51,24	68,45	79,93	87,72	92,07



7.3.4.2.8 Análisis de correspondencia canónica (ACC)

Para determinar la relación entre la composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y los factores abióticos en los cuerpos de agua evaluados en la microcuenca Sancos en setiembre 2017 (época seca) y marzo 2018 (época húmeda) se aplicó el análisis de correspondencia canónica (ACC), considerando las especies de mayor frecuencia y abundancia relativa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos así como las variables ambientales extraídas en el primer componente del ACP.

En la Tabla 7-20 se observa que la varianza en la correlación de las especies y las variables ambientales, explicada por los 2 ejes seleccionados fue de 79,79 %, donde el primer eje explicó el 57,75 % de la varianza, mientras que, el segundo eje explicó el 22,04 %. Los demás ejes explicaron el 20,20 % de la varianza restante, es por eso que la interpretación de los resultados se basó en los 2 primeros ejes.

Se observa la relación entre las especies y los factores abióticos relacionados con los ejes de correspondencia. De esta manera en el eje 1 a medida que aumentan la concentración de metales como aluminio, cobalto, manganeso y zinc aumenta la abundancia de *Andogyrus* sp. y *Cyloepus* sp., mientras que el pH disminuye.

En el eje 2 la abundancia de *Helobdella* sp., *Haplotaxidae* y *Haplotaxida N.D.* especies reportadas como bastante tolerantes están inversamente relacionadas con las especies *Anacroneuria* sp., *Claudioperla* sp. y *Rhantus* sp. consideradas especies más sensibles.

Tabla 7- 20. Análisis de correspondencia canónica (ACC) en los puntos evaluados en la microcuenca Sancos

Análisis de variables		Eje 1	Eje 2
Valor propio (eigenvalue)		0,55	0,21
Varianzas	Varianza explicada (%)	57,75	22,04
	Varianza acumulada explicada (%)	57,75	79,79
Correlación de las variables ambientales	pH	-0,36	-0,15
	Aluminio total (Al)	0,32	0,15
	Cobalto total (Co)	0,19	0,14
	Manganeso total (Mn)	0,20	0,13
	Zinc total (Zn)	0,24	0,21
Correlación de las especies de macroinvertebrados bentónicos	<i>Helobdella</i> sp.	-0,28	0,73
	<i>Haplotaxidae</i>	0,10	0,79
	<i>Haplotaxida N.D.</i>	-0,23	0,87
	<i>Anacroneuria</i> sp.	-0,79	-1,37
	<i>Claudioperla</i> sp.	-0,85	-1,86
	<i>Rhantus</i> sp.	-0,38	-1,05
	<i>Andogyrus</i> sp.	0,49	-0,32
<i>Cyloepus</i> sp.	3,45	-0,83	

7.3.5 Flora

Se presenta los resultados de la evaluación de flora en 4 zonas distribuidas en el área de influencia del proyecto minero Sancos realizada en marzo de 2018 (época húmeda). Figura 7-118.



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

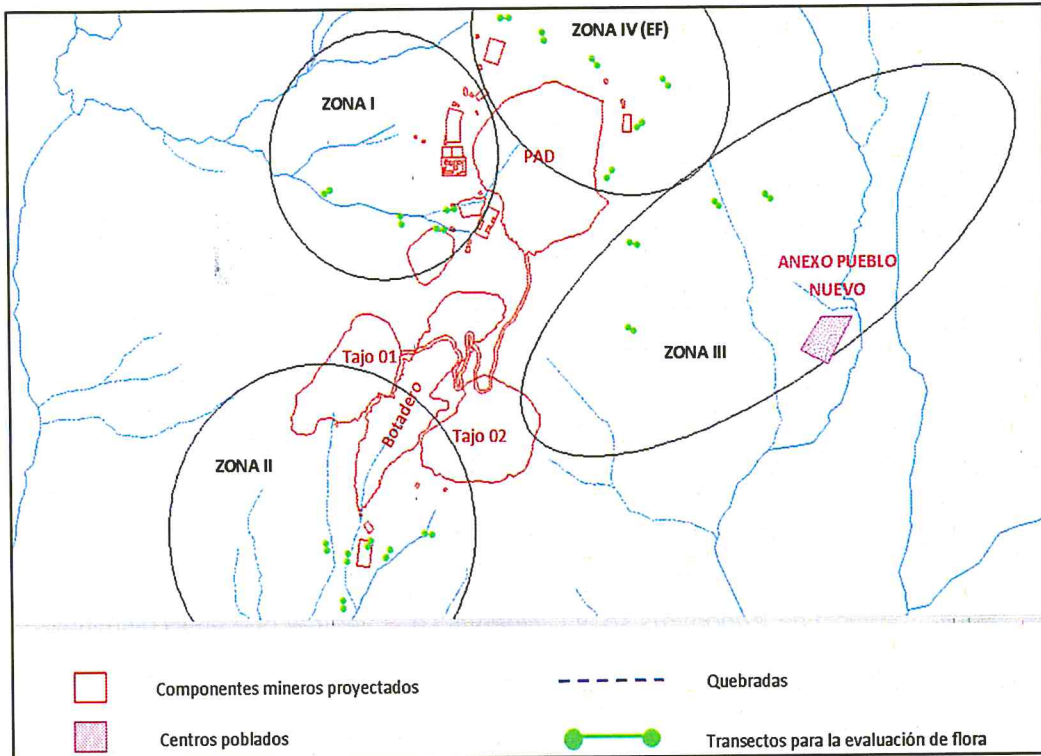


Figura 7- 118. Esquema de las 4 zonas para la evaluación de flora en el área de influencia del PM Sancos

7.3.5.1 Composición florística

En las 4 zonas evaluadas se identificó un total de 241 especies de plantas vasculares las cuales se observan en el Anexo 5.3.3 (galería fotográfica de flora) agrupadas en 4 clases, 62 familias y 163 géneros. Tabla 7-21.

Tabla 7- 21. Composición florística en las cuatro zona evaluadas

Clase	Familia	Género	Especie
Gnetopsida	1	1	1
Liliopsida	7	30	49
Magnoliopsida	50	125	182
Polypodiopsida	4	7	9

Las familias más diversas en las 4 zonas evaluadas fueron Asteraceae con 58 especies en 31 géneros y Poaceae con 32 especies en 20 géneros, estas 2 familias representan más de la tercera parte (37 %) del total presentes en las 4 zonas evaluadas. Figura 7-119 a y Figura 7-119 b.

Los géneros con mayor número de especies en las 4 zonas evaluadas fueron *Senecio* (8 especies) y *Calceolaria* (7 especies), que pertenecen a las familias Asteraceae y Calceolariaceae respectivamente, las cuales tienen mayor frecuencia en los Andes. Figura 7-119 c.

El mayor porcentaje de especies en las 4 zonas evaluadas fueron 2 clases de angiospermas: Magnoliopsida con 75,6 % (182 especies) y Liliopsida con 20,3 % (49 especies) y el menor porcentaje de especies fueron 1 clase de helechos: Polypodiopsida con 3,7 % (9 especies) y 1 clase de gimnospermas: Gnetopsida con 0,4 % (1 especie). Figura 7-119 d.



1/2

W

A

A

L

PC

D

PA

M

Q



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

Las formas de crecimiento más frecuentes en las 4 zonas evaluadas fueron herbáceo (70,5 %) y arbusto (17,4 %) y las formas de crecimiento menos frecuentes fueron sufrutice (5,8 %), trepadora (3,7 %), cactoide (1,7 %) y árbol (0,8 %). Figura 7-119 e.

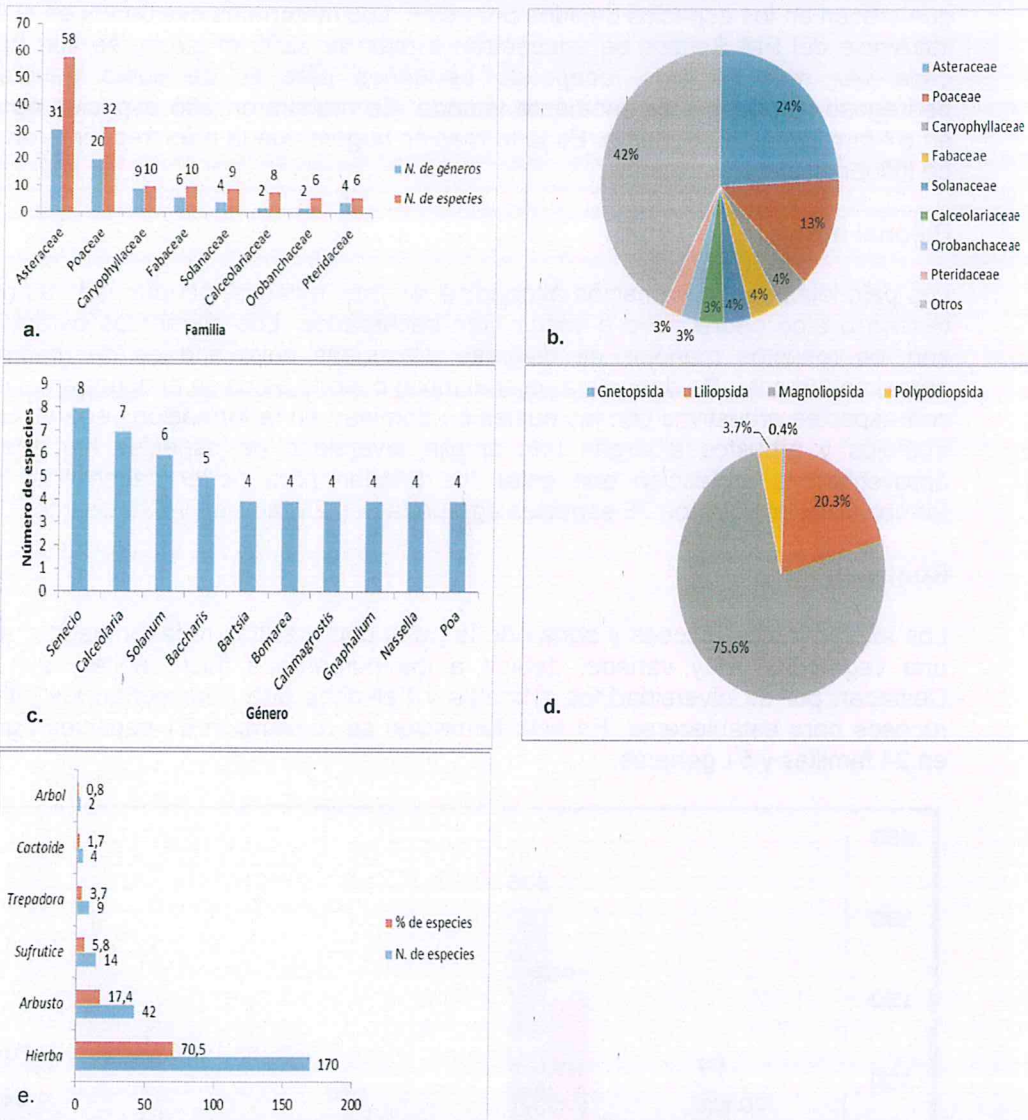


Figura 7- 119. a, b. Número y porcentaje de familias más diversas, c. Géneros con mayor número de especies, d. Porcentaje de especies por clase y e. Formas de crecimiento en las 4 zonas evaluadas en el área de influencia del PM Sancos

a. Composición florística en cada formación vegetal

En la Figura 7-120 se observa la composición florística en cada formación vegetal en todas las zonas evaluadas del área de influencia del PM Sancos.

Bosque de *Polylepis*

La especie dominante en esta formación fue del género *Polylepis*, se registraron 94 especies agrupadas en 35 familias y 70 géneros.



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

Matorral

Los matorrales son comunidades vegetales en donde el estrato dominante es el arbustivo, se las observa alternado con especies herbáceas y otras formas de vida que crecen en los espacios dejados por estos. Los matorrales evaluados en el área de influencia del PM Sancos se encuentran a más de 3200 m s.n.m, se van haciendo cada vez más escasos, ocupando pequeños parches de suelo generalmente pedregoso a rocoso y de pendiente variada. Se registraron 206 especies agrupadas en 57 familias y 150 géneros. Es la formación vegetal fue la más frecuente en el área de influencia del PM Sancos.

Pajonal mixto

Los pajonales son la formación altoandina las más extensa, ocupan laderas de suelo terroso o algo pedregosos a veces bien escarpados. Los elementos característicos son los robustos manojos de diversas gramíneas cuyo alto es de medio metro aproximadamente. Se denomina pajonal mixto cuando estos se encuentran alternando con especies arbustivas con las cuales co-dominan en la formación vegetal. Entre los manojos y arbustos albergan una amplia diversidad de especies herbáceas que aprovechan la protección que estas les brindan para poder desarrollar. En esta formación se registraron 78 especies agrupadas en 26 familias y 63 géneros.

Roquedal

Los afloramientos rocosos y zonas de la puna con grandes rocas y piedras albergan una vegetación muy variada, debido a los numerosos microhábitats que ofrece. Destacan por su diversidad los arbustos y helechos que aprovechan los intersticios rocosos para establecerse. En esta formación se registraron 61 especies agrupadas en 24 familias y 51 géneros.



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a vertical list of initials and a date '12/11/2011'.

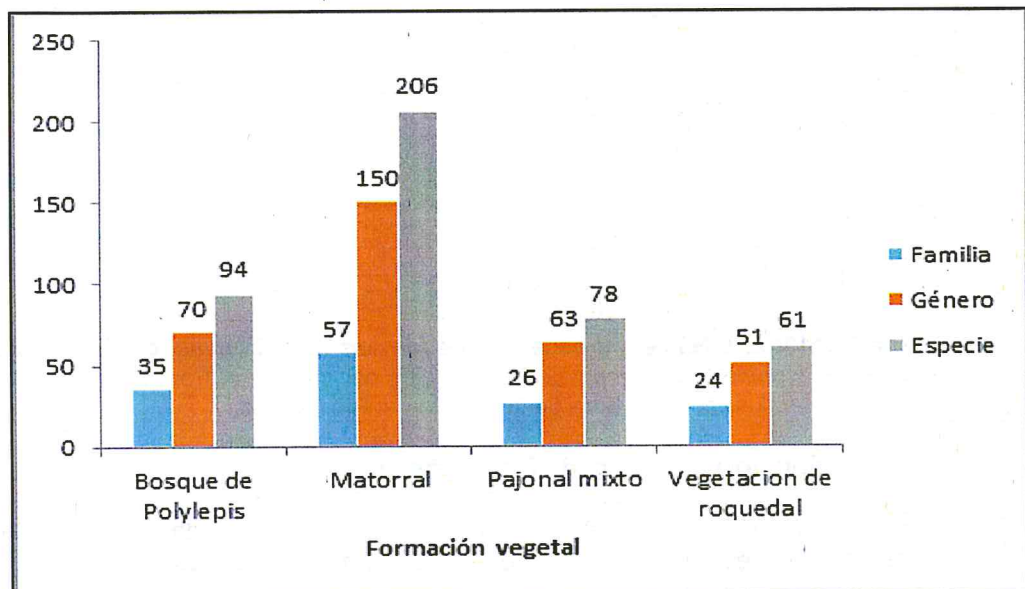


Figura 7- 120. Composición florística por formación vegetal en el área de influencia del PM Sancos

b. Composición florística en cada zona

En la Figura 7-121 se observa la composición florística por familias presentes en las zonas I, II, III y IV(EF).



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

Zona I

En esta zona se identificó la formación vegetal matorral con 137 especies agrupadas en 38 familias y 103 géneros. Las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 36 y 14 especies respectivamente, entre otras familias están Fabaceae con 8 especies y Solanaceae con 7 especies. Figura 7-121 a.

Zona II

En esta zona se identificó la formación vegetal matorral con 138 especies agrupadas en 50 familias y 106 géneros. Las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 33 y 19 especies respectivamente, entre otras familias están Caryophyllaceae con 7 especies y Calceolariaceae con 6 especies. Figura 7-121 b.

Zona III

Se identificó las formaciones vegetales matorral y pajonal mixto. En el matorral se registró 37 especies agrupadas en 23 familias y 35 géneros, la familia más diversa fue Asteraceae con 7 especies, entre otras familias están Poaceae, Caryophyllaceae y Verbenaceae con 3 especies cada una. Figura 7-121 c.

En el pajonal mixto se registró 62 especies agrupadas en 23 familias y 51 géneros. Las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 22 y 10 especies respectivamente, entre otras familias están Caryophyllaceae con 5 especies y Orobanchaceae con 3 especies. Figura 7-121 d.

Zona IV (EF): Ecosistema frágil y formaciones vegetales asociadas

Se identificó las formaciones vegetales bosque de *Polylepis* como ecosistema frágil, roquedal y pajonal mixto como ecosistemas asociados. El primero registró 94 especies agrupadas en 35 familias y 70 géneros, las familias más diversas fueron Asteraceae, Poaceae y Caryophyllaceae con 32, 9 y 6 especies respectivamente.

La segunda registró 26 especies agrupadas en 12 familias y 24 géneros, las familias más diversas fueron Asteraceae, Poaceae y Caryophyllaceae con 20, 10 y 4 especies respectivamente.

La tercera registró 61 especies agrupadas en 24 familias y 51 géneros, las familias más diversas fueron Poaceae, Asteraceae y Caryophyllaceae con 9, 5 y 2 especies respectivamente.



Handwritten notes and initials in blue ink on the left margin, including an arrow pointing up, the letters 'AP', 'PE', 'PA', 'M', and 'C'.



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

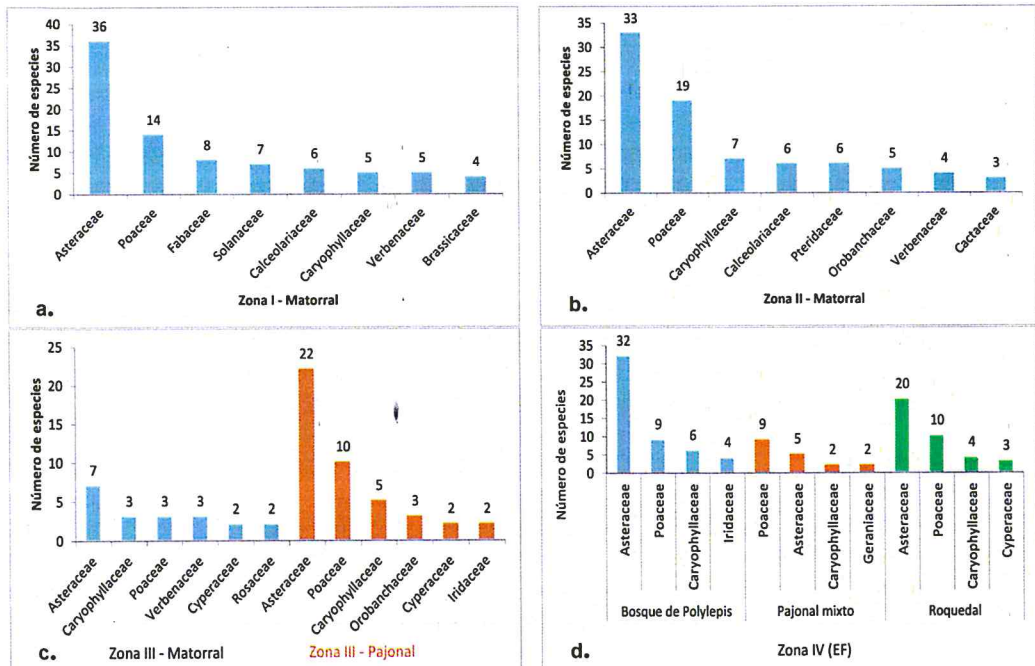


Figura 7- 121. Resultados de composición florística en la a. Zona I, b. Zona II, c. Zona III y d. Zona IV (EF)

7.3.5.2 Abundancia relativa y cobertura vegetal

La especie dominante con mayor abundancia relativa en todas las zonas evaluadas en el área de influencia del PM Sancos fue *Polylepis tomentella* con un 7,7 % con, las otras especies dominantes fueron *Hesperomeles cuneata* (7,2 %), *Poa asperiflora* (6,2 %), *Coreopsis fasciculata* (5,5 %) y *Plantago sericea* (4,3 %). Figura 7-122 a.

El mayor porcentaje promedio de cobertura vegetal lo presentó la formación vegetal matorral de la Zona I (85,8 %) y el menor porcentaje promedio de cobertura vegetal lo presentó la formación vegetal roquedal de la Zona IV (EF) (53,5 %). Figura 7-122 b.

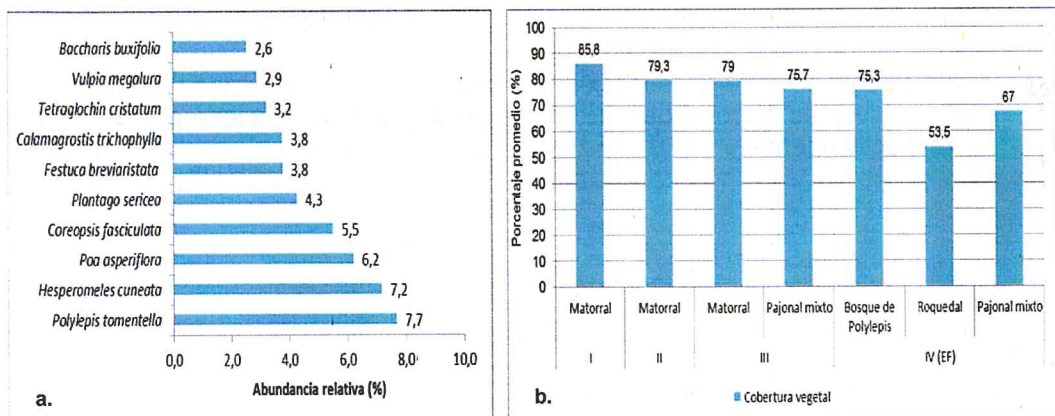


Figura 7- 122. a. Abundancia relativa y b. Porcentaje promedio de cobertura vegetal en las cuatro zonas evaluadas

a. Abundancia relativa en cada formación vegetal

En la Figura 7-123 se observa la abundancia relativa de las especies registradas en cada formación vegetal.



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



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

Bosque de *Polylepis*

Las especies con mayor abundancia relativa en esta formación pertenecen principalmente a las familias Rosaceae, Poaceae y Asteraceae, aunque entre ellas también tenemos a especies de las familias Junaceae, Plantaginaceae y Fabaceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Polylepis tomentella* (51,3 %).

Entre otras especies dominantes tenemos a *Poa asperiflora* (7,7 %) de la familia Poaceae, especie cespitosa bastante común dentro del bosque y junto a *Plantago sericea* (4,2 %) y *Festuca dolichophylla* (3,7 %) conforman el estrato herbáceo dominante en esta formación; también tenemos a *Baccharis gesnitelloides* (3,5 %) y *Poa glaberrima* (3 %). Figura 7-123 a.

Matorral

Las especies con mayor abundancia relativa en esta formación pertenecen principalmente a las familias Rosaceae, Asteraceae y Poaceae. Entre ellas tenemos a *Hesperomeles cuneata* (13,1 %), como la especie con mayor abundancia relativa, seguidas de *Coreopsis fasciculata* (7,3 %) y *Tetraglochin cristatum* (5,7 %) ambas especies arbustivas frecuentes en matorrales; entre otras especies dominantes tenemos a *Vulpia megalura* (5,2 %), *Baccharis buxifolia* (4,3 %), *Nassella pubiflora* (4,2 %). Figura 7-123 b.

Pajonal mixto

Las especies con mayor abundancia relativa en esta formación pertenecen principalmente a las familias Poaceae y Asteraceae. Entre ellas tenemos a *Festuca breviaristata* (17,5 %), *Calamagrostis trichophylla* (15,3 %) y *Poa asperiflora* (11,9 %), todas especies de gramíneas que conforman el pajonal; el estrato arbustivo está conformado por *Coreopsis fasciculata* (7,5 %) y *Parastrephia quadrangularis* (6,4 %) ambas de la familia Asteraceae. Entre otras especies dominantes tenemos a *Piptochaetium indutum* (4,9 %), *Carex bonplandii* (3,6 %) y *Plantago sericea* (3,5 %). Figura 7-123 c.

Roquedal

Las especies con mayor abundancia relativa en esta formación pertenecen principalmente a las familias Poaceae y Asteraceae. Entre ellas tenemos a *Poa asperiflora* (26,9 %) como especie más dominante, seguida de *Piptochaetium indutum* (8,4 %) y *Loricaria graveolens* (7,4 %). Entre otras especies dominantes tenemos a *Calamagrostis trichophylla* (7,3 %), *Plantago sericea* (6,9 %) e *Hypochaeris meyeniana* (5 %). Figura 7-123 d.



Handwritten notes and symbols in blue ink: an arrow pointing up, the number '12', and several illegible scribbles.



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

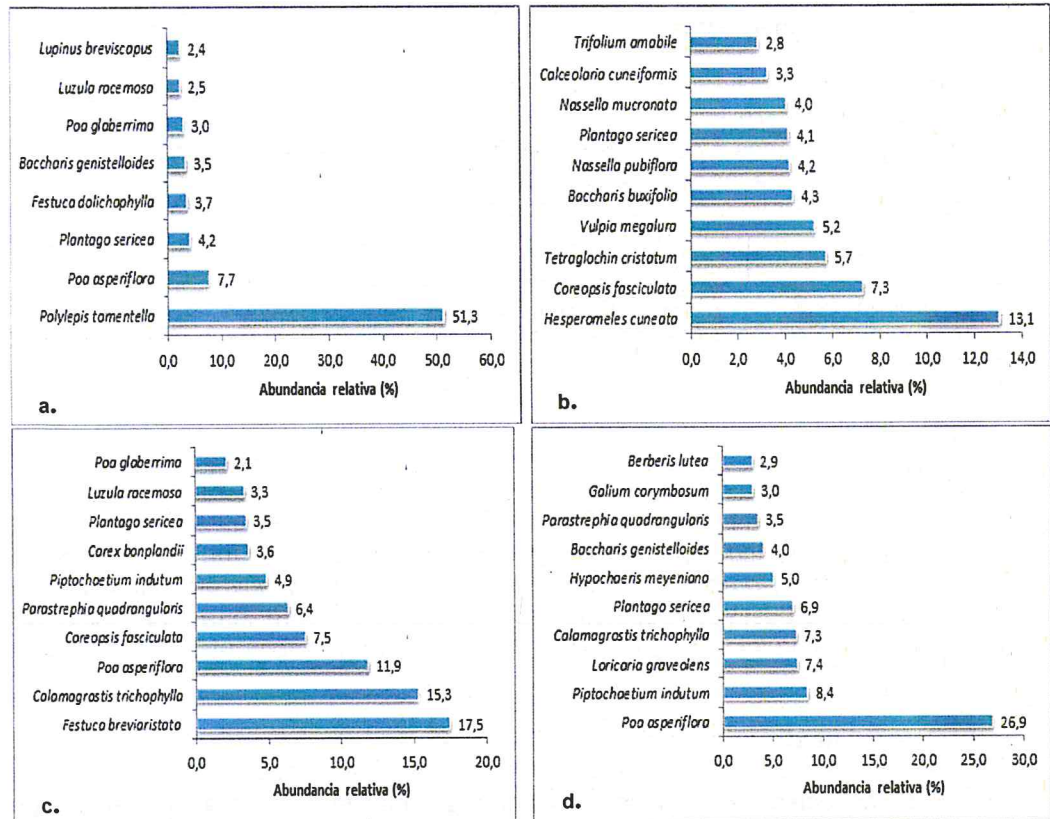


Figura 7- 123. Resultados de abundancia relativa en la formación vegetal a. Bosque de Polilepis, b. Matorral, c. Pajonal mixto y d. Roquedal

b. Abundancia relativa en cada zona

En la Figura 7-124 se observa la abundancia relativa de las especies registradas en cada zona evaluada.

Zona I

En esta zona se identificó la formación vegetal matorral. Las especies con mayor abundancia relativa pertenecen principalmente a las familias Rosaceae, Calceolariaceae, Asteraceae y Poaceae. Entre las especies con mayor abundancia relativa tenemos a *Tetraglochin cristatum* (10,8 %) y *Calceolaria cuneiformis* (8,8 %), las que conforman principalmente el estrato arbustivo, seguidas de *Vulpia megalura* (8,6%) y *Nassella pubiflora* (8,2 %). Entre otras especies dominantes tenemos a *Lupinus brachypremnon* (7,5 %), *Baccharis buxifolia* (6,2 %), *Lophopappus berberidifolius* (5,1 %). Figura 7-124 a.

Zona II

En esta zona se identificó la formación vegetal matorral. Las especies con mayor abundancia relativa pertenecen principalmente a las familias Rosaceae, Asteraceae y Poaceae. Entre las especies con mayor abundancia relativa tenemos a *Hesperomeles cuneata* (24 %), y *Coreopsis fasciculata* (8,3 %), las que conforman principalmente el estrato arbustivo, seguida de *Nassella mucronata* (7,4%) e *Hypericum silenoides* (4,5 %). Entre otras especies dominantes tenemos a *Vulpia megalura* (3,8 %), *Trifolium amabile* (3,8 %), *Baccharis buxifolia* (3,2 %). Figura 7-124 b.



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin, including a large '2' and several illegible signatures.



Zona III

En esta zona se identificó las formaciones vegetales matorral y pajonal mixto. Las especies con mayor abundancia relativa en el matorral pertenecen principalmente a las familias Asteraceae y Poaceae. Entre las especies con mayor abundancia relativa tenemos a *Coreopsis fasciculata* (30,37 %) y *Tetraglochin cristatum* (16,7 %), las que conforman principalmente el estrato arbustivo, seguida de *Nassella depauperata* (13,3 %). Entre otras especies dominantes tenemos a *Plantago sericea* (9,3 %) y *Bartsia serrata* (5,6 %). Figura 7-124 c.

Las especies con mayor abundancia relativa en el pajonal mixto pertenecen principalmente a las familias Poaceae y Asteraceae. Entre ellas tenemos a *Festuca breviaristata* (23,3 %) y *Calamagrostis trichophylla* (20 %), ambas especies de gramíneas que conforman el pajonal; el estrato arbustivo está conformado por *Coreopsis fasciculata* (10 %). Entre otras especies dominantes tenemos a *Poa asperiflora* (9,3 %) y *Carex bonplandii* (4,9 %). Figura 7-124 c.

Zona IV (EF): Ecosistema frágil y formaciones vegetales asociadas

Esta zona se identificó las formaciones vegetales bosque de *Polylepis* como ecosistema frágil, roquedal y pajonal mixto como ecosistemas asociados.

Las especies con mayor abundancia relativa en el bosque de *Polylepis* pertenecen principalmente a las familias Rosaceae, Poaceae y Asteraceae, aunque entre ellas también tenemos a especies de las familias Junaceae, Plantaginaceae y Fabaceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Polylepis tomentella* (51,3 %), seguida de *Poa asperiflora* (7,7 %), *Plantago sericea* (4,2 %) y *Festuca dolichophylla* (3,7 %). Entre otras especies tenemos a *Baccharis gesnitelloides* (3,5 %), *Poa glaberrima* (3 %). Figura 7-124 d.

Las especies con mayor abundancia relativa en el pajonal mixto pertenecen principalmente a las familias Poaceae y Asteraceae. Entre ellas tenemos a *Paratrephia quadrangularis* (25,5 %) como especie principal del estrato arbustivo; seguida de *Poa asperiflora* (19,4 %) y *Piptochaetium indutum* (7,3 %), como especies de gramíneas que conforman el estrato herbáceo. Entre otras especies dominantes tenemos a *Plantago sericea* (6,7 %) y *Astragalus micranthellus* (6,1 %). Figura 7-124 d.

Las especies con mayor abundancia relativa en el roquedal pertenecen principalmente a las familias Poaceae y Asteraceae. Entre ellas tenemos a *Poa asperiflora* (26,9 %) como especie más dominante, seguidas de *Piptochaetium indutum* (8,4 %) y *Loricaria graveolens* (7,4 %). Entre otras especies dominantes tenemos a *Calamagrostis trichophylla* (7,3 %) y *Plantago sericea* (6,9 %). Figura 7-124 d.



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a vertical list of letters: A, RA, M, O.





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

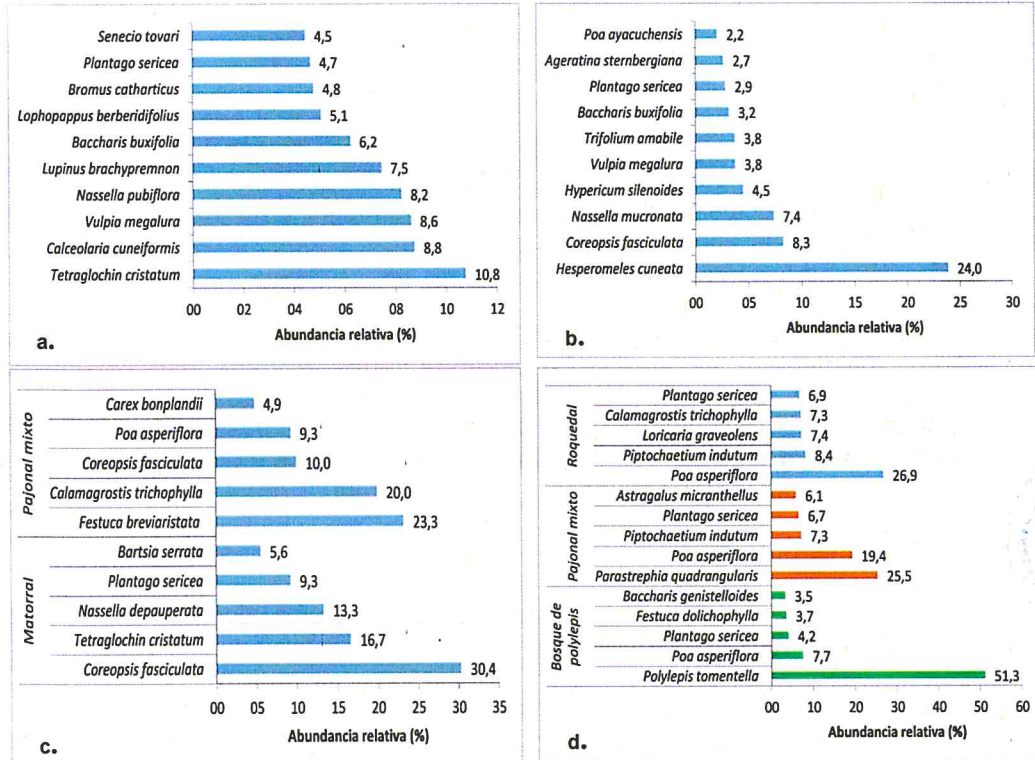


Figura 7- 124. Resultados de abundancia relativa en la a. Zona I, b. Zona II, c. Zona III y d. Zona IV (EF)

7.3.5.3. Diversidad alfa

a. Diversidad alfa en cada transecto

La riqueza en todos los transectos de las zonas evaluadas en el área de influencia del PM Sancos fue de 21 a 38 especies por transecto, los valores de diversidad variaron en cada formación vegetal.

El índice de Shannon-Wiener (H') fue entre 1,86 y 2,86, el índice de dominancia de Simpson fue entre 0,09 y 0,31 y el índice de equidad fue entre 0,59 y 0,85. Tabla 7-22.

Tabla 7- 22. Diversidad alfa en los transectos de las zonas evaluadas en el área de influencia del PM Sancos

Transecto	Zona	Formación Vegetal	Riqueza de especies	Índice de equidad	Índice de Simpson (D)	Índice de Shannon-Wiener (H)
SaFL1	Zona II	Matorral	35	0,75	0,12	2,68
SaFL2			34	0,81	0,10	2,86
SaFL3			31	0,79	0,11	2,71
SaFL4			36	0,80	0,09	2,86
SaFL5			28	0,79	0,12	2,62
SaFL6			24	0,85	0,10	2,69
SaFL7	Zona I	Matorral	30	0,73	0,13	2,48
SaFL8			38	0,77	0,10	2,80
SaFL9			28	0,81	0,09	2,70
SaFL10			29	0,80	0,10	2,68
SaFL11	Zona IV (EF)	Bosque de <i>Polylepis</i>	24	0,65	0,25	2,06
SaFL12			22	0,60	0,31	1,86
SaFL13			31	0,59	0,31	2,03
SaFL14		Roqedal	29	0,83	0,10	2,80
SaFL16			20	0,78	0,16	2,33
SaFL15			22	0,80	0,13	2,48
SaFL17	Zona III	Matorral	21	0,74	0,16	2,26
SaFL18		Pajonal mixto	27	0,65	0,20	2,14



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

Transecto	Zona	Formación Vegetal	Riqueza de especies	Índice de equidad	Índice de Simpson (D)	Índice de Shannon-Wiener (H)
SaFL19			24	0,78	0,14	2,47
SaFL20			30	0,65	0,20	2,21

b. Diversidad alfa en cada formación vegetal

La mayor diversidad representada por el índice de Shannon-Wiener (H') se registró en los matorrales con una diversidad promedio de 2,67 nits/individuo, seguida del roquedal con una diversidad de 3,56 nits/individuo; en el pajonal mixto se registró una diversidad promedio de 2,32 nits/individuo; y la menor diversidad se presentó en el bosque de *Polylepis* con un índice de diversidad de 1,98 nits/individuo, esto se debe a la inclusión de la especie dominante *Polylepis tomentella*. Figura 7-125.

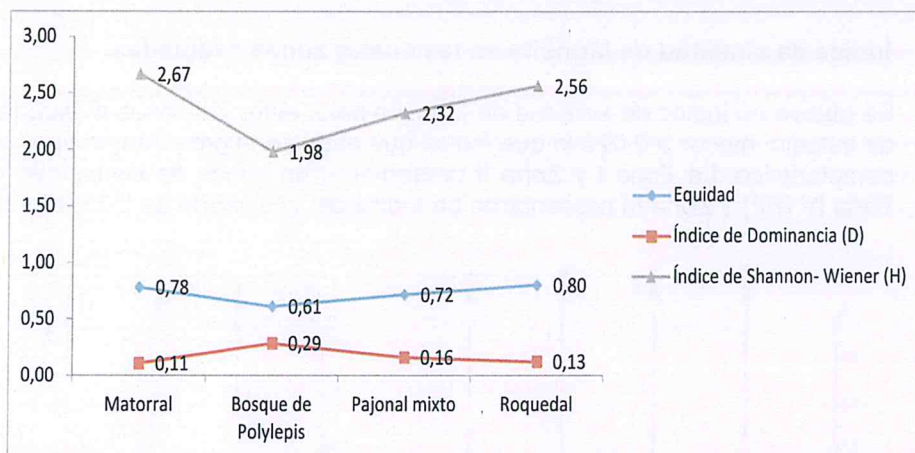


Figura 7- 125. Diversidad alfa en cada formación vegetal en el área de influencia del PM Sancos

c. Diversidad alfa en cada zona

En todas las zonas evaluadas en el área de influencia del PM Sancos la mayor diversidad representada por el índice de Shannon-Wiener (H') se registró en la Zona II con una diversidad promedio de 2,74 bits/individuo, seguida de la Zona I con una diversidad de 2,66 bits/individuo; en la Zona III se registró una diversidad promedio de 2,55 bits/individuo; y la menor diversidad se presentó en la Zona IV (EF) con un índice de diversidad de 1,98 bits/individuo, esto se debe a la inclusión de la especie dominante *Polylepis tomentella*. Figura 7-126.

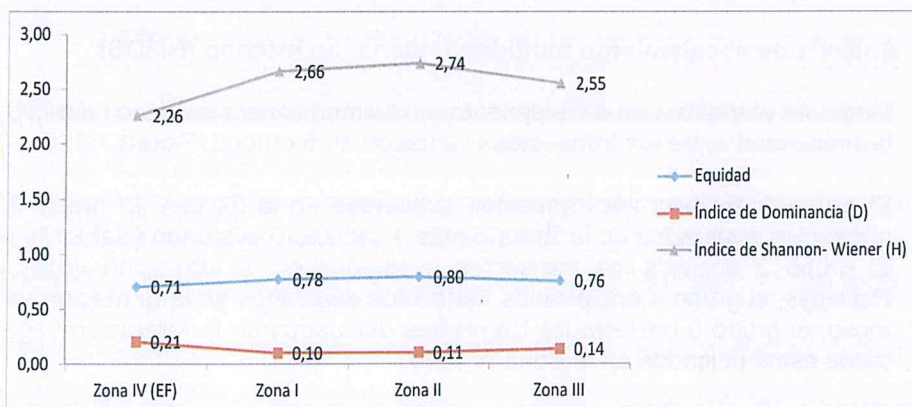


Figura 7- 126. Diversidad alfa en cada zona evaluada en el área de influencia del PM Sancos



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





7.3.5.4 Diversidad beta

a. Índice de similitud de Morisita en las formaciones vegetales

Se obtuvo un índice de similitud de Morisita bajo entre las formaciones vegetales, menor a 0,56 evidenciándose que cada formación vegetal tiene un tipo de vegetación característico. Se observa una clara separación entre el bosque de *Polylepis* y las otras formaciones con un valor de similitud que varió entre 0,09 a 0,14 y al igual que el matorral con índices de similitud que varió entre 0,02 a 0,13; siendo las 2 formaciones mejor caracterizadas según las especies que las conforman.

Una mayor similitud existió entre el pajonal mixto y el roquedal, con un índice de 0,56, lo que indica que hay más especies compartidas entre estas 2 formaciones con respecto a las demás. Figura 7-127 b.

b. Índice de similitud de Morisita en las cuatro zonas evaluadas

Se obtuvo un índice de similitud de Morisita bajo, entre las zonas evaluadas en el área de estudio, menor a 0,023 lo que indica que cada zona presentó un tipo de vegetación característico. La Zona I y Zona II presentaron un índice de similitud de 0,16 y la Zona IV (EF) y Zona III presentaron un índice de similitud de 0,23. Figura 7-127 a.



Handwritten notes in blue ink: a lightning bolt symbol, 'A', 'M', 'D', 'M', 'U', and a circle.

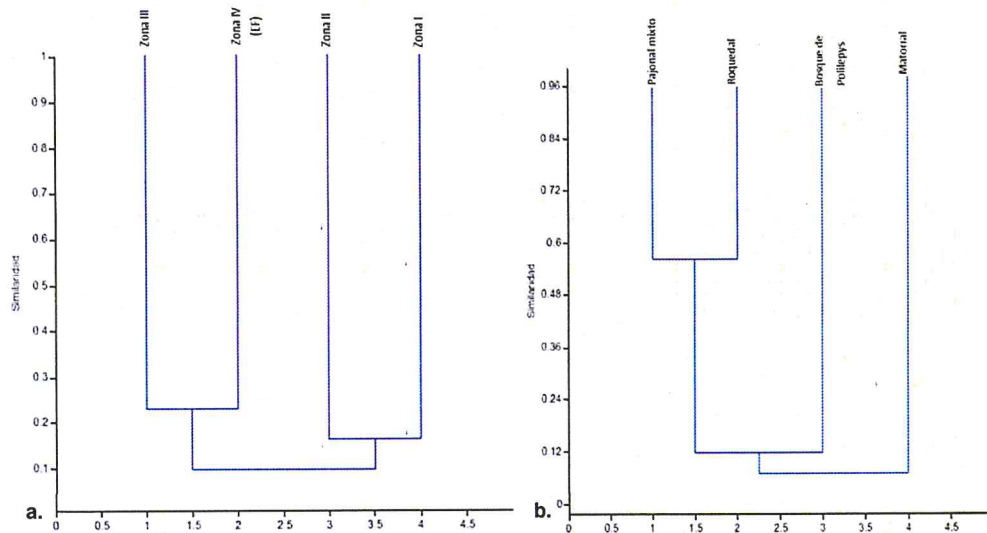


Figura 7- 127. a. Índice de Morisita en las zonas evaluadas y b. Índice de Morisita en las formaciones vegetales en el área de influencia del PM Sancos

c. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS)

Mediante el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) se muestra la similitud entre los transectos evaluados en 5 grupos. Figura 7-128.

El grupo 1 encierra los transectos evaluados en la Zona I. El grupo 2 encierra los transectos evaluados en la Zona II más 1 transecto evaluado (SaFL17) en la Zona III. El grupo 3 encierra los transectos evaluados en la formación vegetal bosque de *Polylepis*, el grupo 4 encierra los transectos evaluados en la formación vegetal pajonal mixto, el grupo 5 encierra los transectos evaluados en la formación vegetal roquedal, todos estos ubicados en la Zona IV (EF).



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

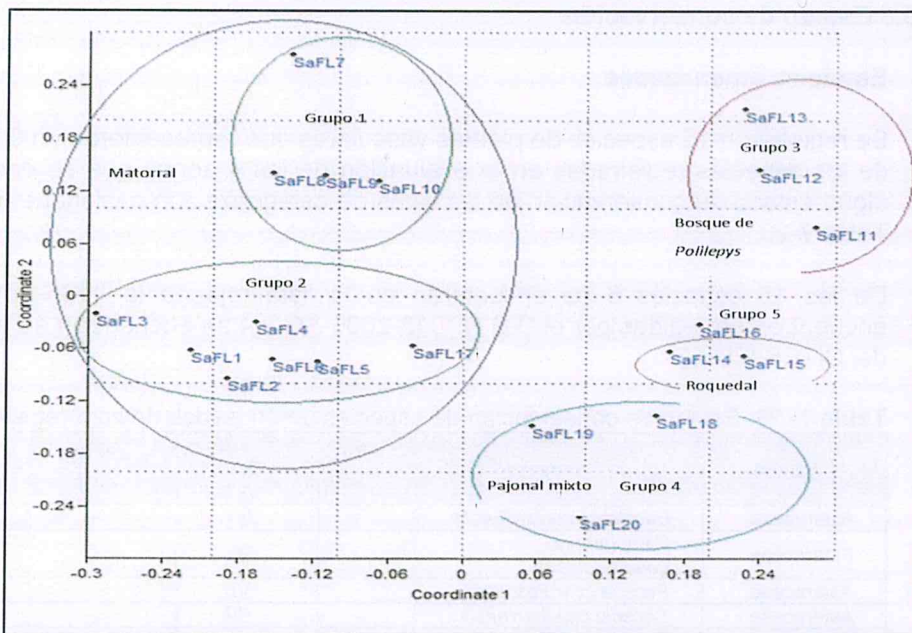


Figura 7- 128. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS)

7.3.5.5 Curva de acumulación

En la Figura 7-129 se observa que la curva de acumulación de especies de los transectos evaluados en las 4 zonas se ajustó bien al modelo de Clench ($R=0,9999$) porque no se obtuvo una curva asintótica por lo tanto los datos son estadísticamente significativos.

La evaluación cuantitativa representó el 74,4 % de la flora total estimada para las 4 zonas evaluadas y el número máximo de especies predicho fue de 217 sin embargo con la evaluación cualitativa se registró un número mayor (241 especies) al predicho por el modelo, esto debido a la existencia de microhábitats que favorecen el desarrollo de especies que incrementaron la riqueza.

Esto demuestra la importancia de realizar una evaluación cualitativa para complementar la evaluación cuantitativa.

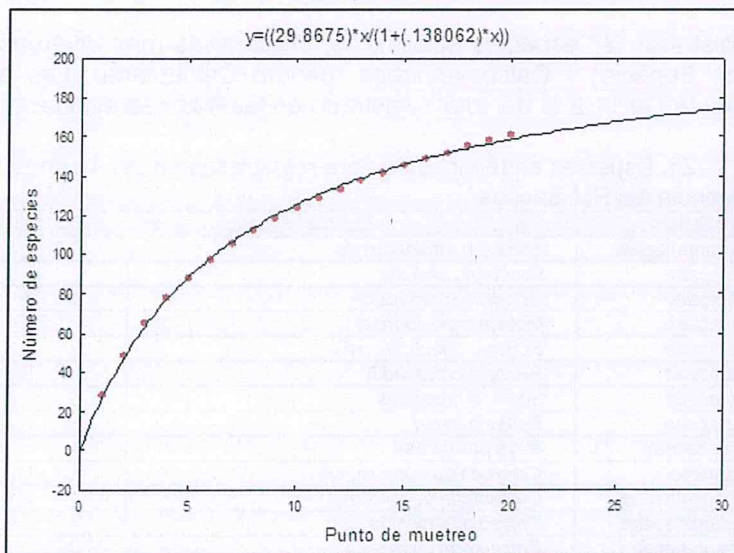


Figura 7- 129. Curva de acumulación de especies de flora



7.3.5.6 Estado de conservación

a. Especies amenazadas

Se registraron 15 especies de plantas vasculares que representaron un 6,2 % del total de las especies registradas en la evaluación de las 4 zonas que se encontraron en algún estado de conservación de las listas de categorización nacional e internacional. Tabla 7-23.

De las 15 especies 6 se encuentran en la lista roja de la IUCN (2018), 11 se encuentran protegidas por el D.S N.°043-2006-AG y 4 se encuentran en el apéndice II del CITES (2015).

Tabla 7- 23. Estado de conservación de especies amenazadas de flora registradas

Familia	Especie	IUCN 2018	D.S N.° 043-2006 AG	CITES 2015	Zona en la que estuvo presente
Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i>	-	NT	-	II, III y IV (EF)
Asteraceae	<i>Parastrephia quadrangularis</i>	-	Vu	-	I y IV (EF)
Asteraceae	<i>Perezia coerulescens</i>	-	Vu	-	II, III y IV (EF)
Asteraceae	<i>Senecio chachaniensis</i>	-	CR	-	IV (EF)
Asteraceae	<i>Senecio nutans</i>	-	Vu	-	III y IV (EF)
Cactaceae	<i>Austrocylindropuntia floccosa</i>	LC	-	Apéndice II	I y IV (EF)
Cactaceae	<i>Austrocylindropuntia subulata</i>	LC	-	Apéndice II	I y II
Cactaceae	<i>Coryocactus brevistylus</i>	LC	-	Apéndice II	II y III
Cactaceae	<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	LC	-	Apéndice II	I,II,III y IV (EF)
Ephedraceae	<i>Ephedra rupestris</i>	LC	CR	-	IV (EF)
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i>	-	Vu	-	II y IV (EF)
Myrtaceae	<i>Myrcianthes quinqueloba</i>	-	Vu	-	II
Rosaceae	<i>Kageneckia lanceolata</i>	Vu A1cd	CR	-	I y II
Rosaceae	<i>Polylepis tomentella</i>	-	EN	-	I y IV (EF)
Solanaceae	<i>Solanum acaule</i>	-	NT	-	IV (EF)

LC : Preocupación menor
Vu : Vulnerable
NT : Casi amenazado
CR : En Peligro Crítico
EN : En Peligro

b. Especies endémicas

Se registraron 27 especies endémicas, las familias más diversas fueron Asteraceae (género *Senecio*) y Calceolariaceae (género *Calceolaria*). Las especies endémicas representan el 11,2 % del total registrado en las 4 zonas evaluadas. Tabla 7-24.

Tabla 7- 24. Especies endémicas de flora registradas en las 4 zonas evaluadas en el área de influencia del PM Sancos.

Familia	Especie	Zona en la que estuvo presente
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea aff. longistyla</i>	IV (EF)
Asteraceae	<i>Baccharis alnifolia</i>	I y II
Asteraceae	<i>Grindelia tarapacana</i>	I y II
Asteraceae	<i>Mutisia arequipensis</i>	IV (EF)
Asteraceae	<i>Senecio chachaniensis</i>	IV (EF)
Asteraceae	<i>Senecio crassilodix</i>	III y IV (EF)
Asteraceae	<i>Senecio gracilipes</i>	I
Asteraceae	<i>Senecio tovari</i>	I y II
Bromeliaceae	<i>Puya ponderosa</i>	III y IV (EF)
Cactaceae	<i>Coryocactus brevistylus</i>	II y III
Calceolariaceae	<i>Calceolaria cuneiformis</i>	I,II y IV (EF)
Calceolariaceae	<i>Calceolaria hispida</i>	II
Calceolariaceae	<i>Calceolaria inamoena</i>	I y II
Calceolariaceae	<i>Calceolaria ludens</i>	I y IV (EF)



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

Familia	Especie	Zona en la que estuvo presente
Calceolariaceae	<i>Calceolaria rhacodes</i>	II
Caryophyllaceae	<i>Drymaria grandiflora</i>	II
Fabaceae	<i>Lupinus brachypremnon</i>	I y IV (EF)
Linaceae	<i>Linum polygaloides</i>	II
Loasaceae	<i>Nasa magnifica</i>	II
Malvaceae	<i>Acaulimalva richii</i>	I, III y IV (EF)
Myrtaceae	<i>Myrcianthes quinqueloba</i>	II
Orobanchaceae	<i>Bartsia canescens</i>	I, II, III y IV (EF)
Passifloraceae	<i>Passiflora peduncularis</i>	II
Poaceae	<i>Nassella ayacuchensis</i>	II
Poaceae	<i>Poa ayacuchensis</i>	I y II
Solanaceae	<i>Solanum medians</i>	II
Solanaceae	<i>Solanum multiinterruptum</i>	I y II

7.3.6 Fauna

Se presenta los resultados de la evaluación de anfibios, reptiles y mamíferos en 4 zonas del área de influencia del proyecto minero Sancos realizada en marzo de 2018 (época húmeda).

7.3.6.1 Anfibios y reptiles

Se realizó un esfuerzo de muestreo total de 51,03 horas - hombre en las 4 zonas evaluadas. Se realizó 6 búsquedas por encuentros visuales (VES) y 2 transectos como mínimo en cada zona de evaluación, debido a la poca accesibilidad y tiempo evaluación programado. Figura 7-130 y Tabla 7-25.

Se logró registrar una especie de anfibio en una sola de evaluación. No se registró ninguna especie de reptil. Dada la baja abundancia y riqueza de especies no se realizaron análisis de diversidad.

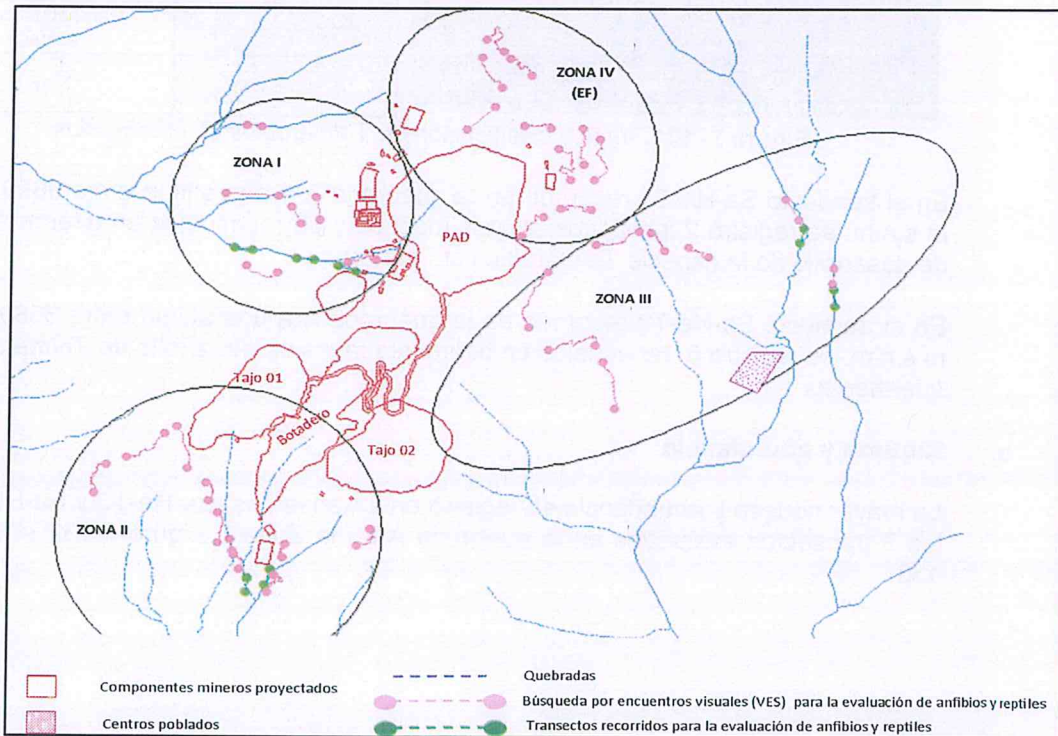


Figura 7- 130. Esquema de las 4 zonas para la evaluación de anfibios y reptiles en el área de influencia del PM Sancos



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

En la Zona I se invirtió mayor esfuerzo de muestreo, aunque se realizó menor cantidad de VES, el tiempo de búsqueda fue mayor debido a la heterogeneidad del hábitat y cantidad de individuos hallados.

En la Zona IV (EF), donde se encuentra el ecosistema frágil bosque de *Polylepis*, se realizó menor esfuerzo de muestreo debido a que no se evaluaron transectos porque no hay hábitats acuáticos cercanos.

Tabla 7- 25. Esfuerzo realizado para la evaluación de anfibios y reptiles

Zona	Búsqueda por encuentros visuales (VES)	Transectos	Esfuerzo Horas-hombre
Zona I	6	3	15 h 42'
Zona II	10	2	12 h 22'
Zona III	8	2	11 h 57'
Zona IV (EF)	10	-	11 h 2'
Total	34	7	51 h 3'



a. Composición

En la Zona I se registró una especie de anfibio en la quebrada A. La vista y la clasificación de la especie se detalla en la Figura 7-131. El video se encuentra en el Anexo 5.4 (registro de fauna).



Clase	Amphibia
Orden	Anura
Familia	Telmatobiidae
Especie	<i>Telmatobius cf. intermedius</i>
Nombre en español	Rana acuática de Allipaca
Nombre local	K'ayra

Figura 7- 131. Vista y clasificación de *Telmatobius cf. intermedius*

En el transecto Sa-He-T4 recorrido en la quebrada A a una altitud entre 3699 y 3715 m s.n.m. se registró 2 individuos adultos machos y 58 renacuajos en diferentes fases de desarrollo de la especie *Telmatobius cf. Intermedius*.

En el transecto Sa-He-T3 recorrido en la quebrada A a una altitud entre 3580 y 3608 m s.n.m. se registró 5 renacuajos en diferentes fases de desarrollo de *Telmatobius cf. Intermedius*.

b. Riqueza y abundancia

La mayor riqueza y abundancia se registró en 2 transectos (Sa-He-T3 y Sa-He-T4) de los 7 transectos evaluados en la quebrada A en la Zona I. Figura 7-132 y Figura 7-133.

Handwritten notes: '14/04/2014', 'DRA', 'M', 'O' with arrows pointing to the stamp area.



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

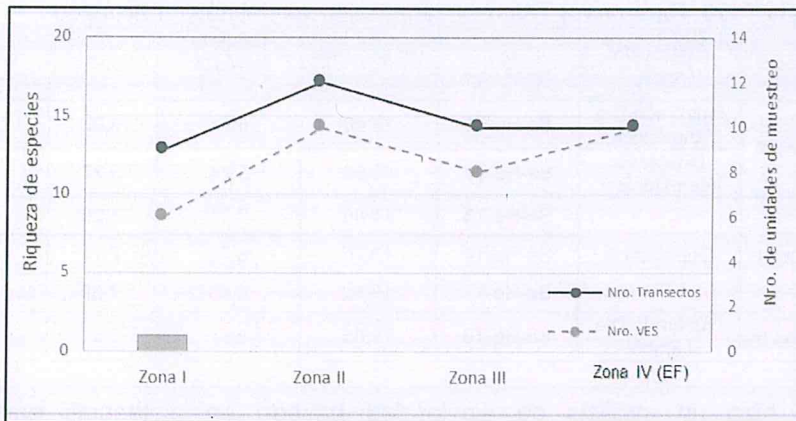


Figura 7- 132. Riqueza de especies y unidades de muestreo por zona de evaluación

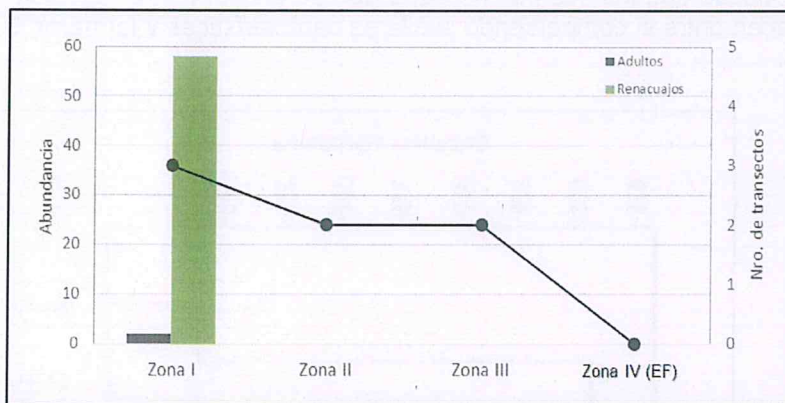


Figura 7- 133. Abundancia de especies y unidades de muestreo por zona de evaluación



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

c. Caracterización de hábitats acuáticos

En los 6 transectos evaluados se tomaron datos de parámetros físicos y características ambientales para caracterizar los cuerpos de agua donde se realizó la evaluación de poblaciones de anfibios y reptiles. Tabla 7-26.

Se calculó el índice hidromorfológico (IHM) propuesto por Encalada *et.al* (2011) para determinar la calidad de los hábitats acuáticos, este considera la calidad de vegetación de la ribera, el paisaje próximo al cuerpo de agua, y algunos elementos del como su forma y sustrato.

Es así como se determinó que la quebrada B o Yahuarcocha en la Zona II presentó una calidad de hábitat entre *malo a moderado* (IHM=19-24). La quebrada A en la Zona I presentó una calidad de hábitat *moderado* (IHM=28) aguas abajo donde predominan las zonas agrícolas, y aguas arriba presentó una calidad de hábitat *bueno* (IHM=33).

Las quebrada D o Lambre en la Zona III, presentó una calidad de hábitat *bueno* (IHM=29), porque posee vegetación natural en riberas, que confieren heterogeneidad al hábitat acuático.



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

Tabla 7- 26. Parámetros físicos y características del hábitat acuático

Zona	Cuerpo de agua	Código Transecto	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Conductividad (µs/m)	IHM
Zona II	Quebrada B o Yahuarcocha	Sa-He-T1	18,40	5,74	3,02	714	24
	Quebrada intermitente 7	Sa-He-T2	18,00	5,74	3,27	715	19
Zona I	Quebrada A	Sa-He-T3	11,85	7,21	7,29	118,5	33
		Sa-He-T4	13,75	6,78	7,11	130,45	33
		Sa-He-T5	15,30	6,43	7,62	154,15	28
Zona III	Quebrada D o Lambre	Sa-He-T6	11,05	6,97	3,51	831	29

Se hizo un análisis de similaridad basado en distancias euclidianas con un agrupamiento de tipo UPGMA, considerando los valores de las variables de temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad e índice hidromorfológico, hallándose que los cuerpos de agua que se encuentran en la misma microcuenca se parecen entre sí compartiendo similares características y formaron 3 grupos. Figura 7-134.



Handwritten notes and signatures in blue ink, including an arrow pointing to the stamp and various initials.

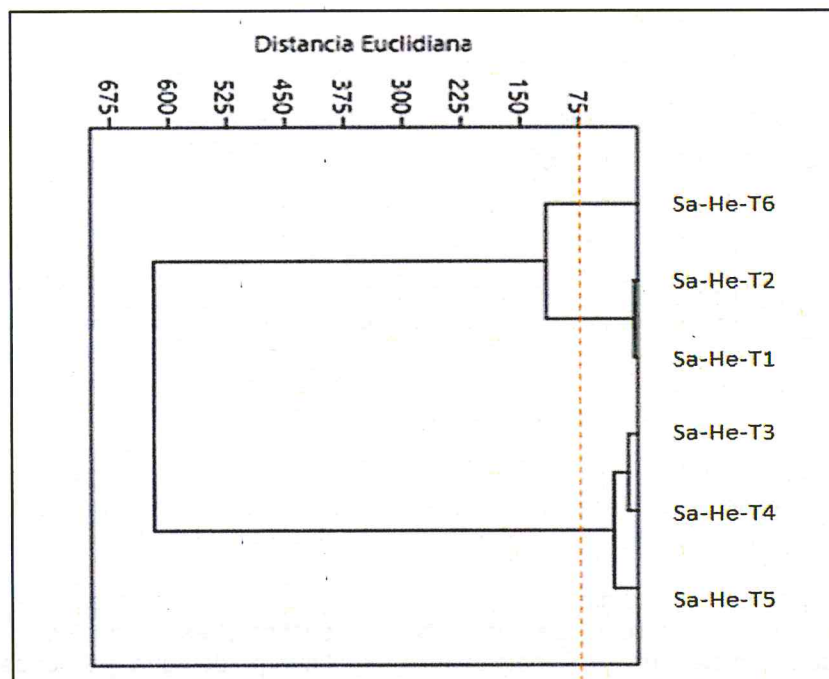


Figura 7- 134. Análisis de similaridad euclidiana, los asterisco indican la presencia de la especie *Telmatobius cf. intermedius* en el transecto.

Según las observaciones realizadas en el área de influencia del proyecto minero Sancos, la presencia de la rana *Telmatobius cf. intermedius* parece estar relacionada a los cuerpos de agua con valores de pH entre 7,11-7,62, valores de conductividad bajos entre 130,45 µS/m-154,15 µS/m. Las otras características como temperatura, oxígeno disuelto e índice hidromorfológico son compartidas con los cuerpos de agua donde no se registraron anfibios. Figura 7-135.



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

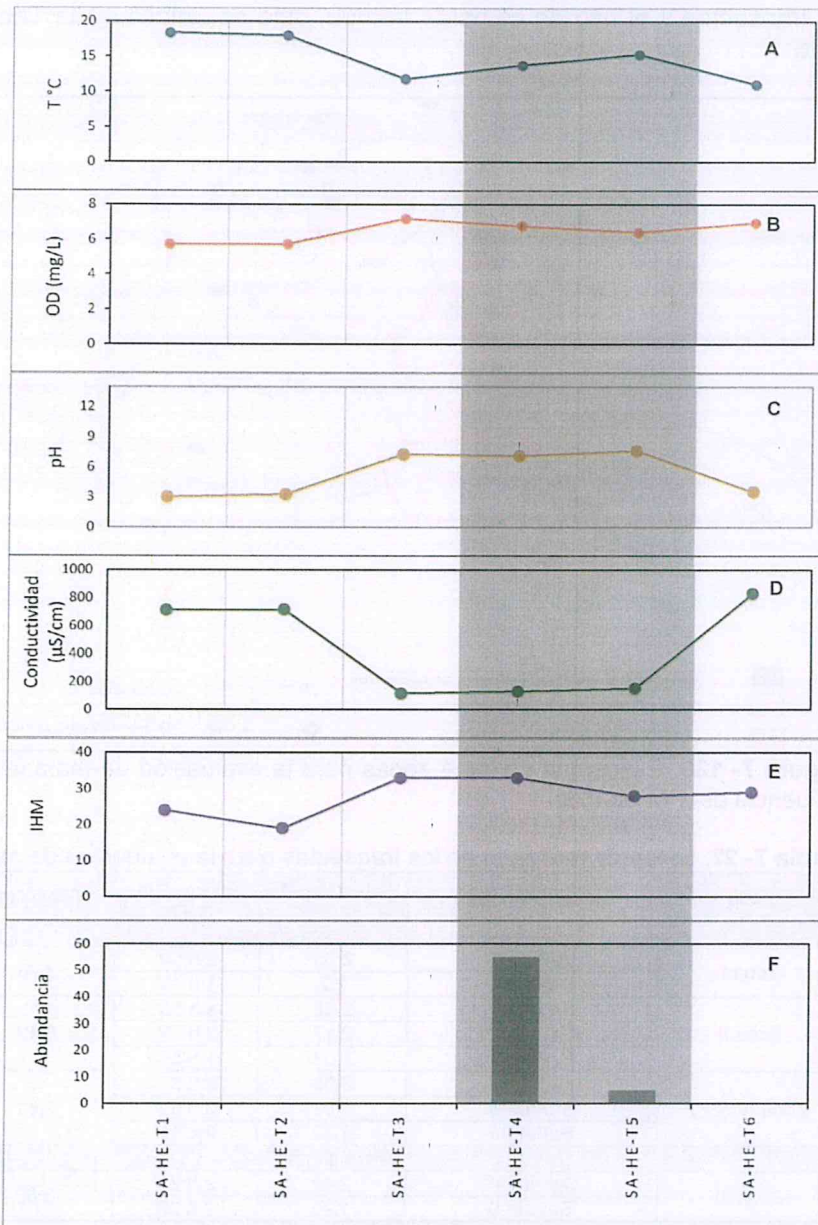


Figura 7- 135. Comparación de los valores de las características físicas y ambientales respecto a la presencia de anfibios en los transectos de hábitats acuáticos



Handwritten notes in blue ink: an arrow pointing up, followed by the letters 'H', 'X', 'A', 'D', 'RA', 'M', 'G' arranged vertically.



d. Estado de conservación

De acuerdo con según el D.S. N.º 004-2014-MINAGRI «Categorización Nacional de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre» la rana *Telmatobius cf. intermedius* está categorizada con datos insuficientes (DD) y con distribución restringida en el departamento de Ayacucho según la Unión Internacional de la Naturaleza (IUCN 2018).

7.3.6.2 Mamíferos

Se realizó un esfuerzo de muestreo expresado en km – horas en las 4 zonas evaluadas (Figura 7-136) con la finalidad de registrar mamíferos mediante el recorrido



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

de transectos y el uso de cámaras trampa, esto se detalla en la Tabla 7-27 y Tabla 7-28.

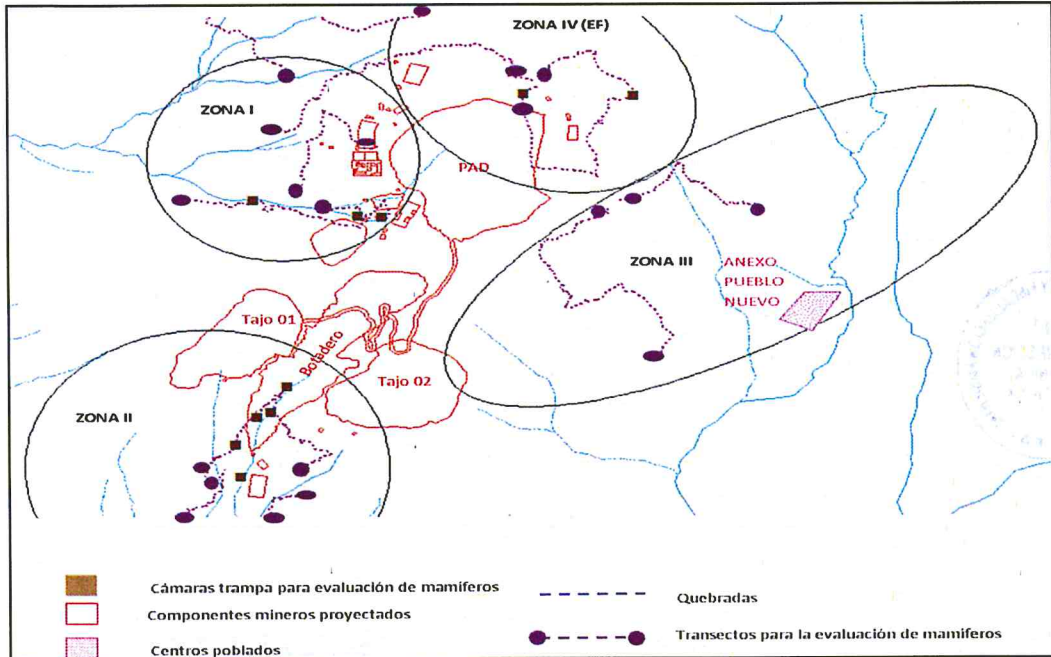


Figura 7- 136. Esquemas de las 4 zonas para la evaluación de mamíferos en el área de influencia del PM Sancos

Tabla 7- 27. Esfuerzo realizado en los transectos para la evaluación de mamíferos

Zona	Código Transecto	Esfuerzo		Total km	Total Horas
		km	Horas		
Microcuenca Sancos					
Zona I	SaFaln-5	2,58	3 h 50'	3,78	5 h 03'
	SaFaln-4	1,2	1 h 13'		
Zona II	SaFaln-1	2,58	4 h 53'	6,13	9 h 22'
	SaFaln-2	2,17	2 h 33'		
Zona IV (EF)	SaFaln-3	1,38	1 h 56'	7,81	7 h 54'
	SaFaln-7	2,35	2 h 35'		
	SaFaln-6	3,03	3 h 08'		
	SaFaln-8	2,43	2 h 11'		
Microcuenca Para					
Zona III	SaFaln-10	2,42	2 h 21'	3,88	4 h 30'
	SaFaln-9	1,46	2 h 09'		
Total				21,6	26 h 49'

Tabla 7- 28. Esfuerzo realizado de las cámaras trampa para la evaluación de mamíferos

Microcuenca Sancos				
Código	Fecha de instalación	Fecha de desinstalación	Tiempo de registro (días)	Esfuerzo (trampas- noche)
Zona I				
SFaCT-6	25/03/2018	20/04/2018	26	77
SFaCT-7	25/03/2018	20/04/2018	26	
SFaCT-8	26/03/2018	20/04/2018	25	
Zona II				
SFaCT-1	23/03/2018	20/04/2018	28	140
SfaCT-2	23/03/2018	20/04/2018	28	
SfaCT-3	23/03/2018	20/04/2018	28	
SfaCT-4	23/03/2018	20/04/2018	28	
SfaCT-5	23/03/2018	20/04/2018	28	
Zona IV (EF)				
SFaCT-9	26/03/2018	20/04/2018	25	50
SFaCT-10	26/03/2018	20/04/2018	25	
Total				267

Nota: No se instalaron cámaras trampa en la Zona III cercana al Anexo Pueblo Nuevo, porque los animales silvestres tienden a alejarse de las zonas pobladas.

**a. Composición**

Los resultados cualitativos y cuantitativos de las 4 zonas evaluadas muestran un total de 8 especies de mamíferos silvestres pertenecientes a 3 órdenes, 7 familias y 8 géneros. El orden carnívora fue el de mayor registro con 5 especies, seguida del orden Cetartiodactyla con 1 registro de 2 especies (Tabla 7-29). El registro fotográfico y el video se encuentra en el Anexo 5.4 (registro de fauna).

Tabla 7- 29. Composición de mamíferos en las 4 zonas evaluadas

Orden	Familia	Género	Especie
Rodentia	1	1	1
Carnívora	4	5	5
Cetartiodactyla	2	2	2

En la Zona I conformada por la formación vegetal matorral se registró 5 especies agrupadas en 3 órdenes, 5 familias y 5 géneros. Los órdenes Carnívora y Cetartiodactyla registraron 2 especies cada una.

En la Zona II conformada por la formación vegetal matorral se registró 3 especies agrupadas en 3 órdenes, 3 familias y 3 géneros.

En la Zona III conformada por 2 formaciones vegetales (matorral y pajonal mixto) se registró 2 especies agrupadas en 2 órdenes, 2 familias y 2 géneros.

En la Zona IV (EF) conformada por 3 formaciones vegetales (bosque de *Polylepis*, pajonal mixto y roquedal) se registró 4 especies agrupadas en 3 órdenes, 4 familias y 4 géneros.

A continuación se detalla el análisis de los datos cualitativos y cuantitativos:

b. Análisis de datos cualitativos**Índice de ocurrencia (IO) e índice de abundancia (IA)**

Los valores del índice de ocurrencia (IO) e índice de abundancia (IA) se muestran en la Tabla 7-30.

Los valores del índice de ocurrencia (IO) considerando las evidencias sobrepasaron el valor mínimo requerido que es 10, esto confirmó la presencia de 6 especies: *Lagidium peruanum* «vizcacha», *Leopardus colocolo* «gato de pajonal», *Lycalopex culpaeus* «zorro», *Conepatus chinga* «añás», *Vicugna vicugna* «vicuña» e *Hippocamelus antisensis* «taruca».

Los valores del índice de abundancia (IA) más altos se registraron para 4 especies: *Lagidium peruanum* «vizcacha», *Conepatus chinga* «añás», *Vicugna vicugna* «vicuña» e *Hippocamelus antisensis* «taruca».

Tabla 7- 30. Valores del índice de ocurrencia e índice de abundancia de mamíferos

Orden	Familia	Especies	Nombre común	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV (EF)	IO	IA
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha	O(10) Ma(1)	O(5) Hu(1) Ma(1) He(1)	Hu(1)	Ma(1) He(1)	24	180
Carnívora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	Hu(1)	-	-	-	5	5



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

Orden	Familia	Especies	Nombre común	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV (EF)	IO	IA
	Felidae	<i>Leopardus colocolo</i>	Gato del pajonal, oscollo	O(1)*	-	-	-	10	10
	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro	-	O(1)*	-	-	10	10
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja, tolompeo	-	Ma(1) He(1)	-	Ma(1) He(1)	8	16
	Mephitidae	<i>Conepatus chinga</i>	Zorrino, añás	Ex(1)	Hu(1) Co(1) He(1) Ex(1)	Ex(2) He(1)	Ex(1)	13	37
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	Hu(1)	-	-	O(4)	15	45
	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	O(2)* Hu(1)	O(1)*	-	-	15	35

Tipo de evidencia
O: Observación directa
Ma: Madriguera
Hu: Huella
He: Heces
Ex: Excavación
Co: Comedero
*: Captura fotográfica de cámara trampa

Coeficiente de similaridad de Jaccard

Mediante el coeficiente de similaridad de Jaccard (Tabla 7-31 y Figura 7-137), se obtuvo un grupo bien definido que compartió al menos la mayor parte de las especies registradas en la Zona II y Zona IV (EF), este grupo obtuvo un 50 % de similaridad.

Tabla 7- 31. Coeficiente de similaridad de Jaccard en las zonas evaluadas

Similaridad de Jaccard	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV (EF)
Zona I	1	0,375	0,33333	0,42857
Zona II	0,375	1	0,4	0,5
Zona III	0,33333	0,4	1	0,5
Zona IV (EF)	0,42857	0,5	0,5	1



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a vertical list of letters and symbols.



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

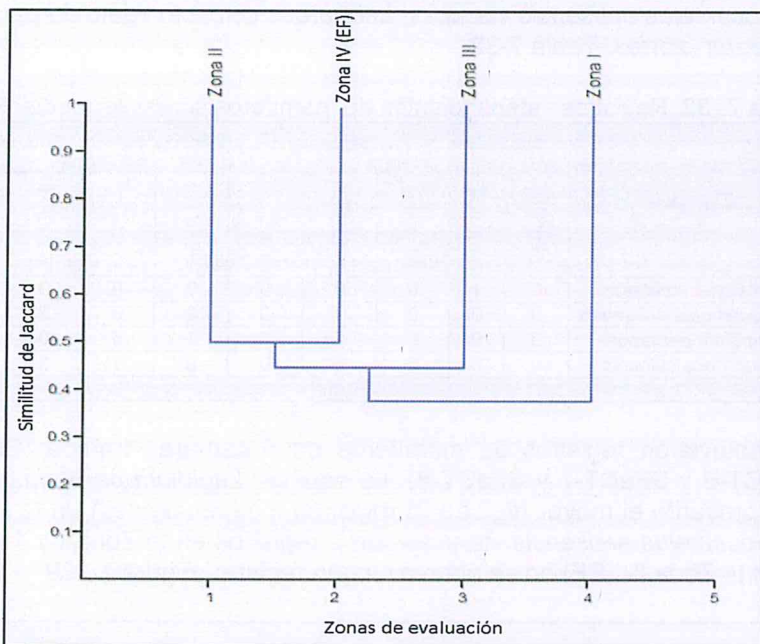


Figura 7- 137. Coeficiente de similaridad de Jaccard en las cuatro zonas evaluadas

Curva de acumulación (Modelo de Clench)

En la Figura 7-138 se presenta la curva de acumulación de especies de mamíferos silvestre la cual se ajusta a los datos ($R=1$), en esta evaluación, si se incrementa el número de unidades de muestreo, el número de especies se incrementaría hasta un máximo de 8 especies. Al extrapolar la curva, se estima que se logró registrar el 75 % de las especies potencialmente presentes en el área de influencia del PM Sancos.

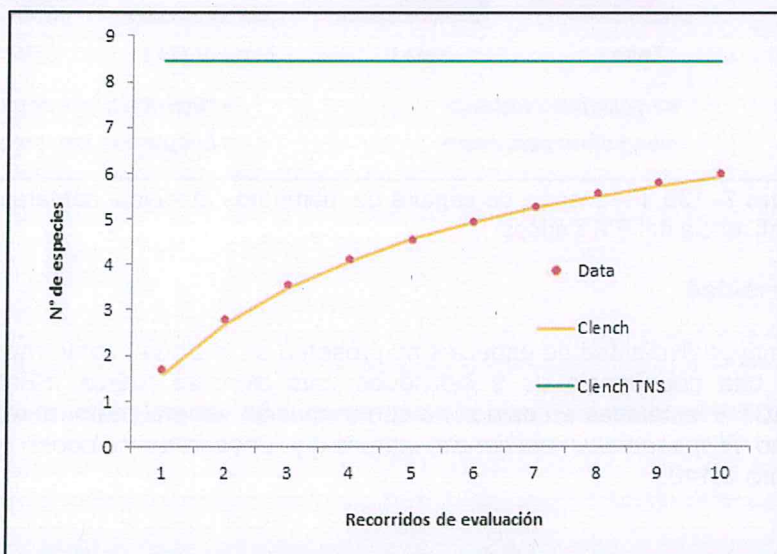


Figura 7- 138. Curva de acumulación de especies de mamíferos

c. Análisis de datos cuantitativos

Frecuencia de captura

Las cámaras trampa capturaron 11 registros independientes de mamíferos silvestres pertenecientes a 4 especies, 3 órdenes y 4 familias, entre las que destacan



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a vertical list of letters: 1, 2, H, X, A, R, PE, D, PA, M, Q.





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

Hippocamelus antisensis «taruca», *Leopardus colocolo* «gato de pajonal I» y *Lycalopex culpaeus* «zorro». Tabla 7-32.

Tabla 7- 32. Registros independientes de mamíferos silvestres mediante cámaras trampa

Especies	Cámaras trampa										Total
	Zona II					Zona I			Zona IV (EF)		
	SFaCT-1	SFaCT-2	SFaCT-3	SFaCT-4	SFaCT-5	SFaCT-6	SFaCT-7	SFaCT-8	SFaCT-9	SFaCT-10	
<i>Lycalopex culpaeus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hippocamelus antisensis</i>	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3
<i>Lagidium peruanum</i>	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	6
<i>Leopardus colocolo</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Total											11

Se obtuvieron registros de mamíferos en 5 cámaras trampa (SFaCT-2, SFaCT-4, SFaCT-6 y SFaCT-7 y SFaCT-8). La especie *Lagidium peruanum* «vizcacha», fue la que presentó el mayor registro (6 registros independientes) en la Zona I, seguido por *Hippocamelus antisensis* «taruca» con 2 registros en la Zona I y 1 registro en la Zona II, en la Zona IV (EF) no se obtuvo ningún registro. Figura 7-139.

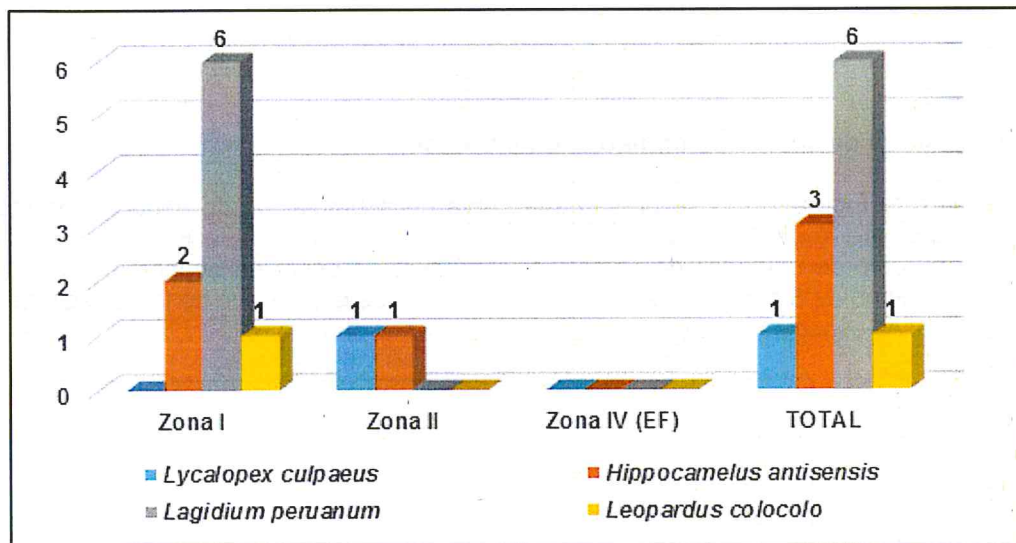


Figura 7- 139. Frecuencia de captura de mamíferos mediante cámaras trampa en el área de influencia del PM Sancos

Diversidad

La mayor diversidad de especies se presentó en la Zona I conformada por 3 especies, con una abundancia de 9 individuos. Las cámaras trampa SFaCT-6, SFaCT-7 y SFaCT-8 instaladas en esta zona con formación vegetal matorral registraron especies como *Hippocamelus antisensis* «taruca» y *Leopardus colocolo* «gato de pajonal». Figura 7-140.



Vertical handwritten notes in blue ink, including a large '1' and various initials and symbols.



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

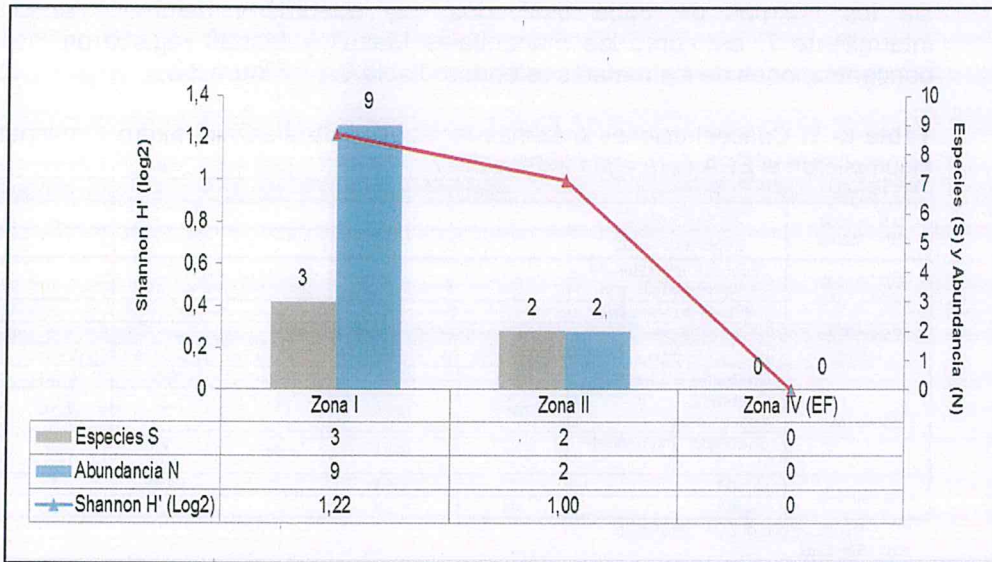


Figura 7- 140. Diversidad de especies de mamíferos en las 4 zonas evaluadas en el área de influencia del PM Sancos

d. Estado de conservación

De las 8 especies registradas en total solo 2 se encuentran en la lista roja de la IUCN (2018), 3 se encuentran protegidas por el D.S N.º004-2014-MINAGRI, 3 especies se encuentran en el apéndice II y 2 especies se encuentran en el apéndice I del CITES (2017). Tabla 7-33.

Tabla 7- 33. Estado de conservación de especies de mamíferos registrados

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre Común o local	IUCN 2018	CITES 2017	D.S N.º 004-2014-MINAGRI	Zona en la que estuvo presente
Carnívora	Felidae	Puma	<i>Puma concolor</i>	Puma	-	Apéndice II	NT	I
		Leopardus	<i>Leopardus colocolo</i>	Gato de pajonal	NT	Apéndice II	DD	IV(EF)
	Canidae	Lycalopex	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro	-	Apéndice II	-	II
Cetartiodactyla	Camelidae	Vicugna	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	-	Apéndice I	NT	I y IV(EF)
	Cervidae	Hippocamelus	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	Vu	Apéndice I	-	I, II y IV(EF)

Vu: Vulnerable
NT: Casi Amenazado
DD: Con datos insuficientes

8. DISCUSIÓN

En el área de influencia del PM Sancos, la calidad de agua de las quebradas, ríos y manantiales registraron concentraciones de aluminio, hierro y manganeso que incumplieron los valores establecidos en los ECA para agua Cat. 3, aprobado mediante D.S. N° 002-2008-MINAM y D.S. N.º 004-2017-MINAM a excepción de las quebradas Larapage, A, permanente 1, permanente 2, permanente 3 y 4 manantiales (Mana10, Mana7, Mana4 y Mana13) que cumplieron con los valores establecidos en las normas mencionadas.



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

De los cuerpos de agua evaluados, las quebradas Lambre, Yahuarcocha e intermitente 7, así como los manantiales Mana1 y Mana6 registraron las mayores concentraciones de los metales referidos. Tabla 8-1 y Figura 8-1.

Tabla 8- 1. Concentraciones máximas registradas de aluminio, hierro y manganeso que incumplieron el ECA para agua 2008 y 2017

Norma	Parámetro	Aluminio total		Hierro total		Manganeso total	
D.S. N.° 004-2017-MINAM	Subcategoría D1	5		5		0,2	
	Subcategoría D2	5		-		0,2	
D.S. N.° 002-2008-MINAM	Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	5		1		0,2	
	Bebida de animales	5		1		0,2	
Cuerpo de agua	Unidad	mg/L		mg/L		mg/L	
	Época	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Quebradas	Quebrada D o Lambre	61,61	67,04	5,39	16,82	6,601	6,217
	Quebrada B o Yahuarcocha	23,53	19,04	*	*	0,765	0,9814
	Quebrada intermitente 7	s/d	16,91	s/d	*	s/d	0,20923
	Manantiales	Mana1	*	5,561	*	6,881	*
	Mana6	s/d	17,78	s/d	10,94	s/d	0,21581

* No incumplió el ECA para agua
s/d: Sin dato.



Handwritten notes in blue ink: '1', '2', 'H', 'D', 'RA', 'L', 'O' with arrows pointing to the maps.

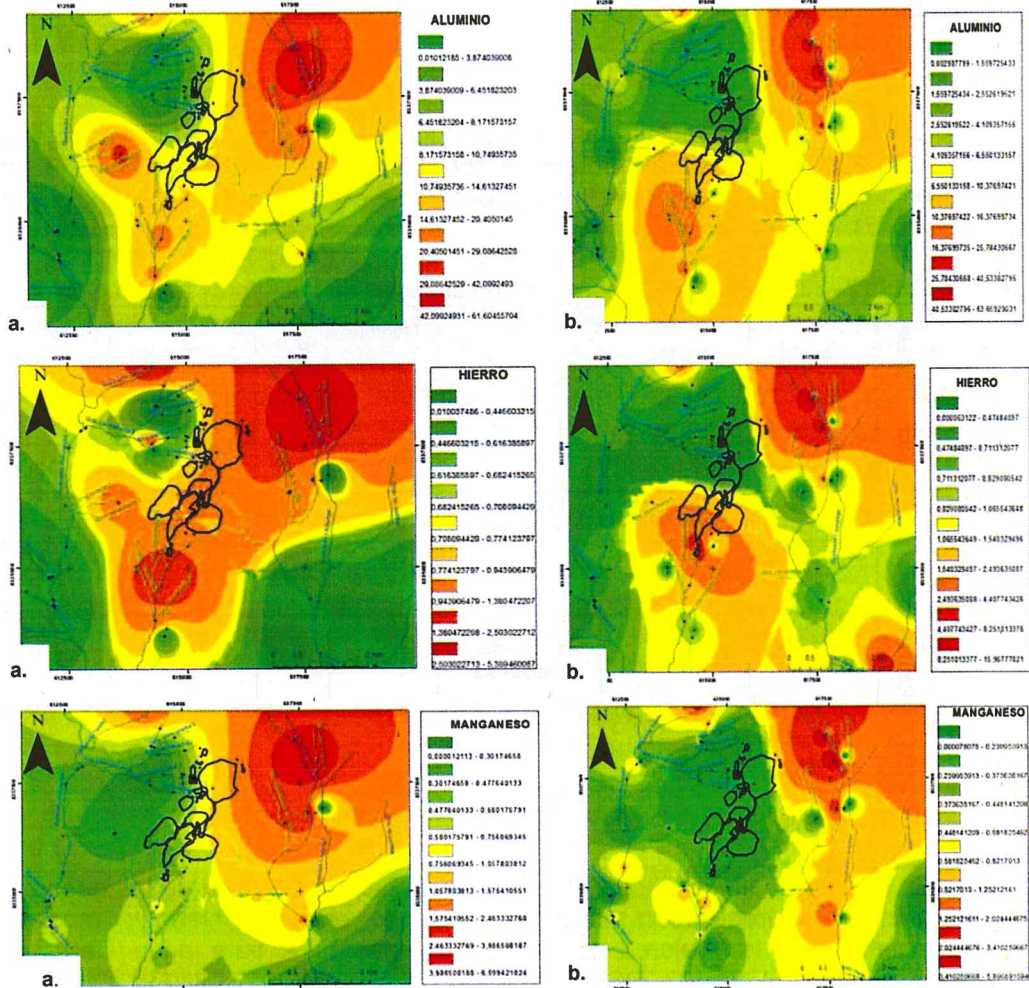


Figura 8- 1. Concentraciones en mg/L de aluminio, hierro y manganeso total en los puntos de agua evaluados en a. setiembre 2017 (época seca) y b. marzo 2018 (época húmeda)²⁰

²⁰ Estos esquemas se elaboraron solo con fines didácticos para observar la distribución de las concentraciones solo en los cuerpos de agua.



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

Los resultados de los parámetros aluminio, hierro y manganeso registrados en la presente EAT concuerdan con el registro histórico desde la línea base (2010) y reportes de monitoreo del administrado obtenidos desde el 2012 al 2017, para los puntos evaluados en los mismos cuerpos de agua en época seca y húmeda. Tabla 8-2 y Figura 8-2.

Tabla 8- 2. Puntos evaluados por el administrado (2010-2017) y en la EAT (2017-2018)

Ítem	Código	Distancia aproximada al punto del administrado	Referencia
Microcuenca Para			
Quebrada D o Lambre			
1	QdaD-1	Aproximadamente a 1700 m antes del punto AS-1	EAT-OEFA
2	QdaD-2	Aproximadamente a 1120 m antes del punto AS-1	EAT-OEFA
3	QdaD-3	Aproximadamente a 39 m antes del punto AS-1	EAT-OEFA
4	AS-1 ²¹	Aproximadamente a 39 m después del punto QdaD-3	Línea base*
5	QdaD-4	Aproximadamente a 2450 m después del punto AS-1	EAT-OEFA
Quebrada intermitente 11 o C			
1	AS-4 ²²	Aproximadamente a 239 m antes del punto QdaC-1	Línea base*
2	QdaC-1	Aproximadamente a 239 m después del punto AS-4	EAT-OEFA
Río Para			
1	RPara1	Aproximadamente a 217 m antes del punto AS-6	EAT-OEFA
2	AS-6 ²³	Aproximadamente a 197 m antes del punto RPara1	Reporte de monitoreo**
3	RPara2	Aproximadamente a 197 m después del punto AS-6	EAT-OEFA
Ítem	Código	Distancia aproximada al punto del administrado	Entidad evaluadora
Microcuenca Sancos			
Quebrada B o Yahuarcocha			
1	QdaB-1	Aproximadamente a 1520 m antes del punto AS-2	EAT-OEFA
2	QdaB-2	Aproximadamente a 570 m antes del punto AS-2	EAT-OEFA
3	AS-2 ²⁴	Aproximadamente a 188 m antes del punto QdaB-3	Línea base*
4	QdaB-3	Aproximadamente a 188 m después del punto QdaB-3	EAT-OEFA
Quebrada permanente 5			
1	AS-3 ²⁵	Aproximadamente a 700 m antes del punto QP5	Línea base*
2	QP5	Aproximadamente a 700 m después del punto AS-3	EAT-OEFA
Río Sancos			
1	AS-5 ²⁶	Aproximadamente a 370 m antes del punto RSanc0	Reporte de monitoreo**
2	RSanc0	Aproximadamente a 370 m después del punto AS-5	EAT-OEFA
3	RSanc1	Aproximadamente a 401 m después del punto AS-5	EAT-OEFA
4	RSanc1*	Aproximadamente a 496 m después del punto AS-5	EAT-OEFA
5	RSanc2	Aproximadamente a 549 m después del punto AS-5	EAT-OEFA

*EIASd del proyecto minero Sancos, 2010. R.D. 304-2011-MEM-AAM. Línea base.

**Reporte de monitoreo de calidad de agua, proyecto Sancos-marzo. 2012



↑
A
M
l
pe
D
PA
M
C

21 Punto AS-1: Coordenada PSAD 56: E-617926m/N-8337145m;Coordenada WGS 84: E-617699m/N-8336781m
22 Punto AS-4: Coordenada PSAD 56: E-617267m/N-8337118m;Coordenada WGS 84: E-617040m/N-8336754m
23 Punto AS-6: Coordenada PSAD 56: E-618571m/N-8333075m;Coordenada WGS 84: E-618344m/N-8332711m
24 Punto AS-2: Coordenada PSAD 56: E-614542m/N-8334450m;Coordenada WGS 84: E-614315m/N-8334086m
25 Punto AS-3: Coordenada PSAD 56: E-613796m/N-8338002m;Coordenada WGS 84: E-613569m/N-8337638m
26 Punto AS-5: Coordenada PSAD 56: E-612374m/N-8335096m;Coordenada WGS 84: E-612147m/N-8334732m



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

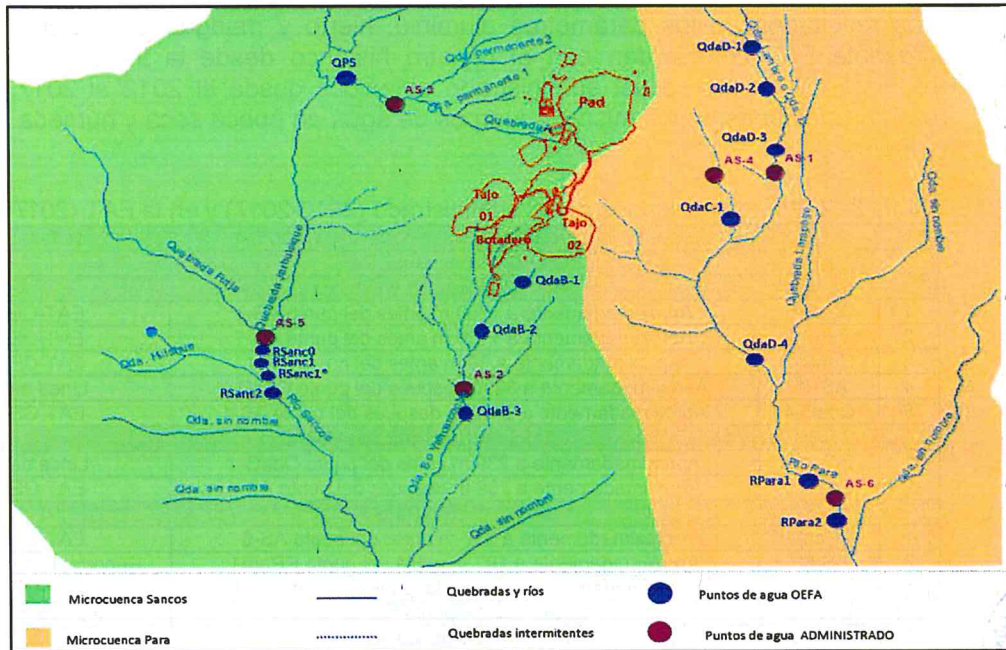


Figura 8- 2. Puntos evaluados por el administrado (2010-2017) y en la EAT (2017-2018)

La quebrada Lambre (QdaD-1, QdaD-2, QdaD-3, QdaD-4 y AS-1) registró concentraciones de aluminio, manganeso y cobalto que incumplieron lo establecido en los ECA para agua 2017 Cat. 3, además, el río Para (RPara1, RPara2 y AS-6) registró valores de aluminio y manganeso que incumplieron el estándar referido. Figura 8-3 y Figura 8-4.

La quebrada permanente 5 (QP5 y AS-3) cumplió los ECA para agua 2017 Cat. 3. Sin embargo, las quebradas C (QdaDC-1 y AS-4) y Yahuarcocha (QdaB-1, QdaB-2, QdaB-3 y AS-2) registraron valores de pH y aluminio que incumplieron los ECA para agua, mientras que el río Sancos (RSanc0, RSanc1, RSanc1*, RSanc2 y AS -5) registró valores de manganeso que incumplió el estándar en mención. Figura 8-5 y Figura 8-6.



Handwritten notes and signatures on the left margin, including a vertical list of letters: 2, EX, X, AT, J, PA, M, U, O.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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



↑
Z

HT X AI
de
D PA
A C

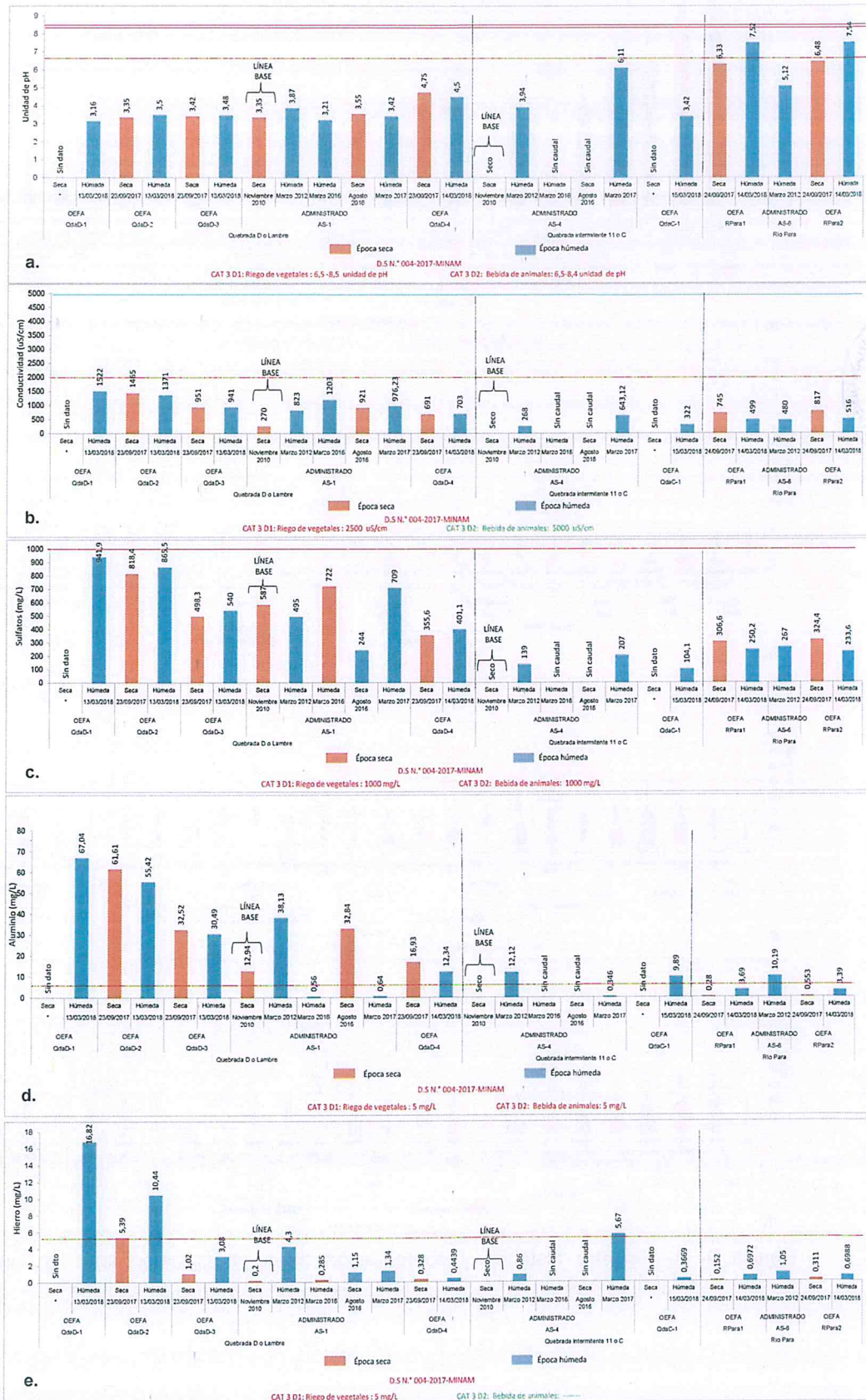


Figura 8- 3. Registro histórico y comparación de a. pH, b. conductividad, c. sulfatos, d. aluminio total y e. hierro total en los puntos ubicados en la microcuenca Para



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

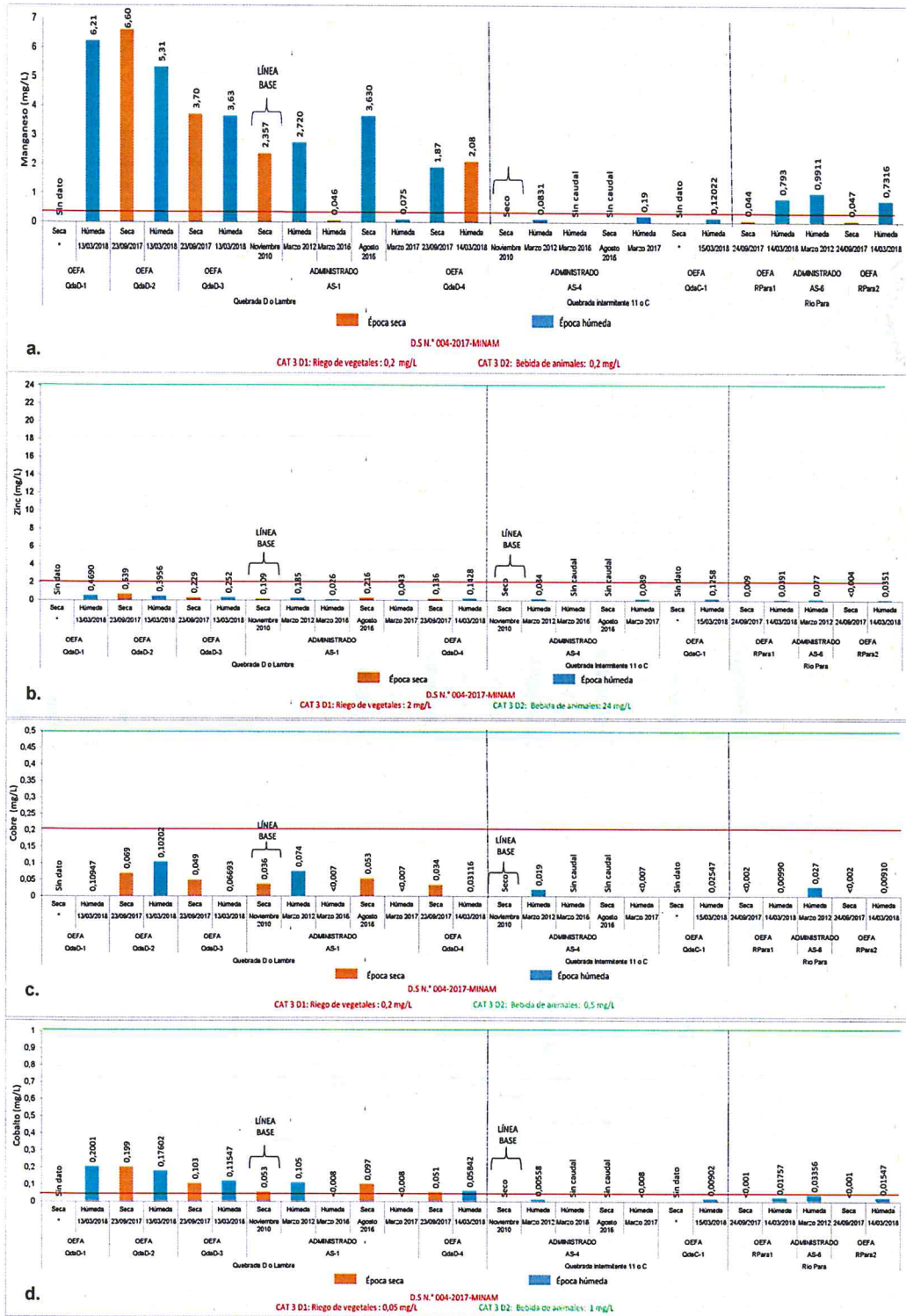


Figura 8- 4. Registro histórico y comparación de a. manganeso total, b. zinc total, c. cobre total y d. cobalto total en los puntos ubicados en la microfrecuencia Para



Handwritten notes in blue ink: '1', '2', and a vertical list of letters 'L', 'H', 'A', 'R', 'P', 'A', 'Y', 'O'.



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

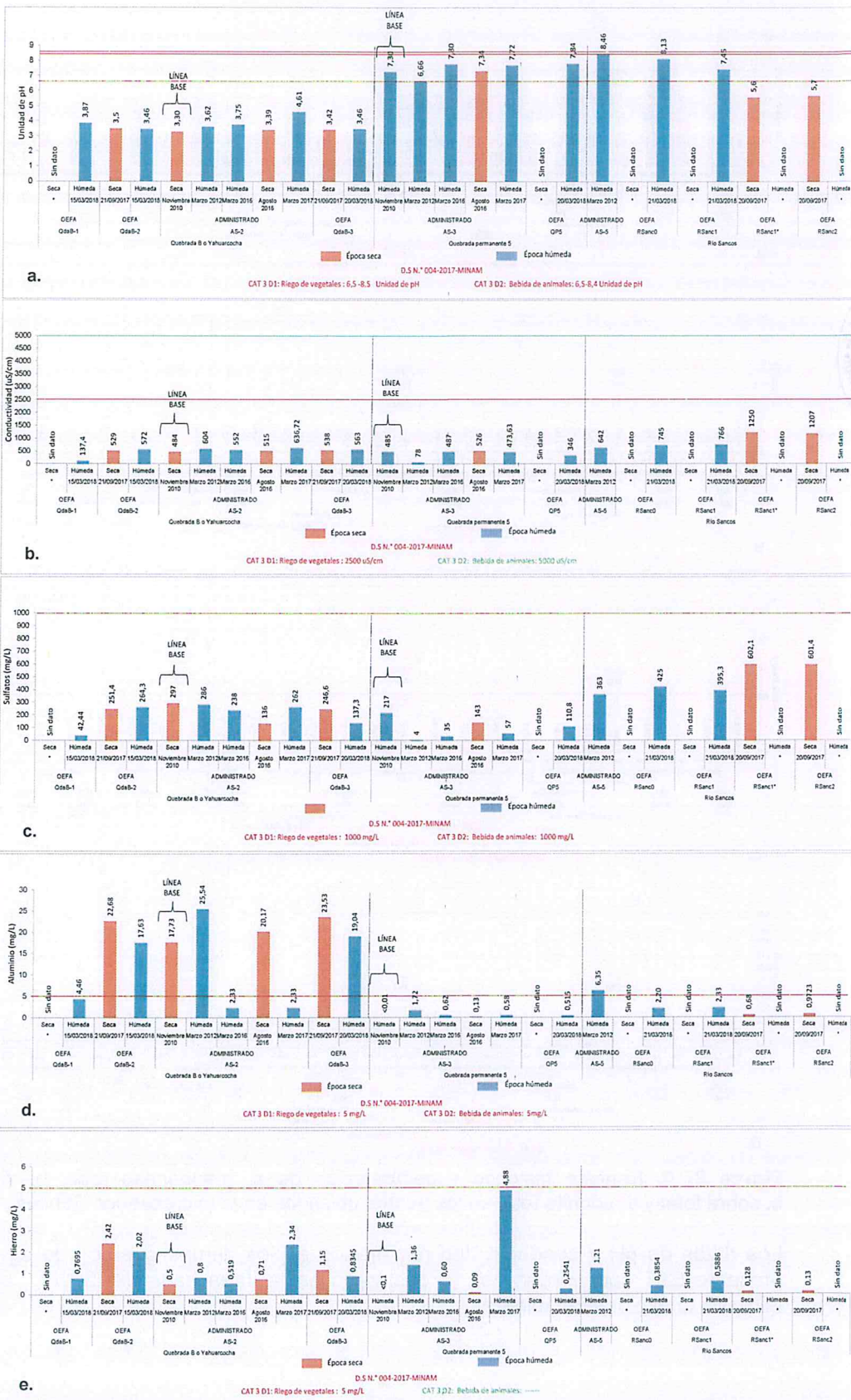


Figura 8- 5. Registro histórico y comparación de a. pH, b. conductividad, c. sulfatos, d. aluminio total y e. hierro total en los puntos ubicados en la microcuenca Sancos



Handwritten notes and signatures in blue ink on the left margin, including an arrow pointing up and various initials.



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

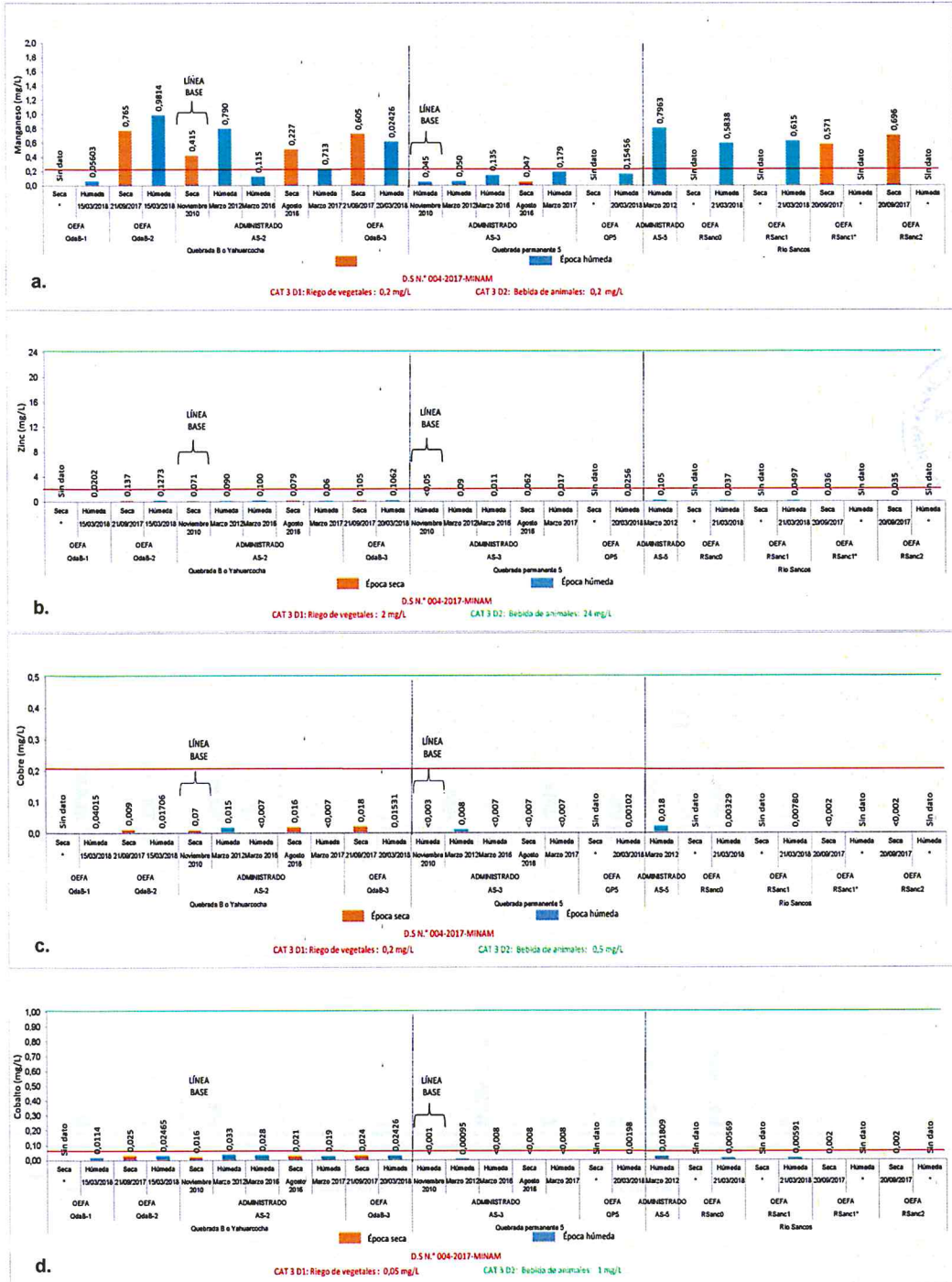


Figura 8- 6. Registro histórico y comparación de a. manganeso total, b. zinc total, c. cobre total y d. cobalto total en los puntos ubicados en la microcuenca Sancos

Los datos de pH y conductividad registrados en los demás cuerpos de agua en la presente EAT concuerdan con lo declarado en la línea base del 2010²⁷, antes del inicio de la exploración minera.



Handwritten blue arrow pointing upwards.

Handwritten blue text: 'HA X A D RA H O'.

27

Línea base física del capítulo «Calidad de agua», página 7 y 35 - R.D N.º 378-2011-MEM-AAM.



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

En la línea base (noviembre de 2010) se registró para agua superficial valores de pH en el rango de 3,30 unidades de pH – 7,30 unidades de pH y conductividad eléctrica en el rango de 270 $\mu\text{S/cm}$ – 485 $\mu\text{S/cm}$, no se registró datos para agua subterránea ni tampoco datos en época húmeda. Figura 8-7 y Figura 8-8.

En la presente EAT en época seca (setiembre 2017) se registró para agua superficial valores de pH en el rango de 3,35 unidades de pH – 7,06 unidades de pH y conductividad eléctrica en el rango de 121,7 $\mu\text{S/cm}$ - 1465 $\mu\text{S/cm}$ y para agua subterránea valores de pH en el rango 2,95 unidades de pH – 6,90 unidades de pH y conductividad eléctrica en el rango 291 $\mu\text{S/cm}$ – 1044 $\mu\text{S/cm}$. Figura 8-7 y Figura 8-8.

En época húmeda (marzo 2018) registró para agua superficial valores de potencial de hidrógeno en el rango de 3,16 unidades de pH – 8,35 unidades de pH y conductividad eléctrica en el rango de 98,9 $\mu\text{S/cm}$ – 1522 $\mu\text{S/cm}$ y para agua subterránea valores de pH en el rango 2,99 unidades de pH – 8,69 unidades de pH y conductividad eléctrica en el rango 31,3 $\mu\text{S/cm}$ – 947 $\mu\text{S/cm}$. Figura 8-9 y Figura 8-10.



GA
to
AI
R
pe
A
na
M
U



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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



Handwritten notes: Z, #, A, A, l, pe, D, PA, 4, 0

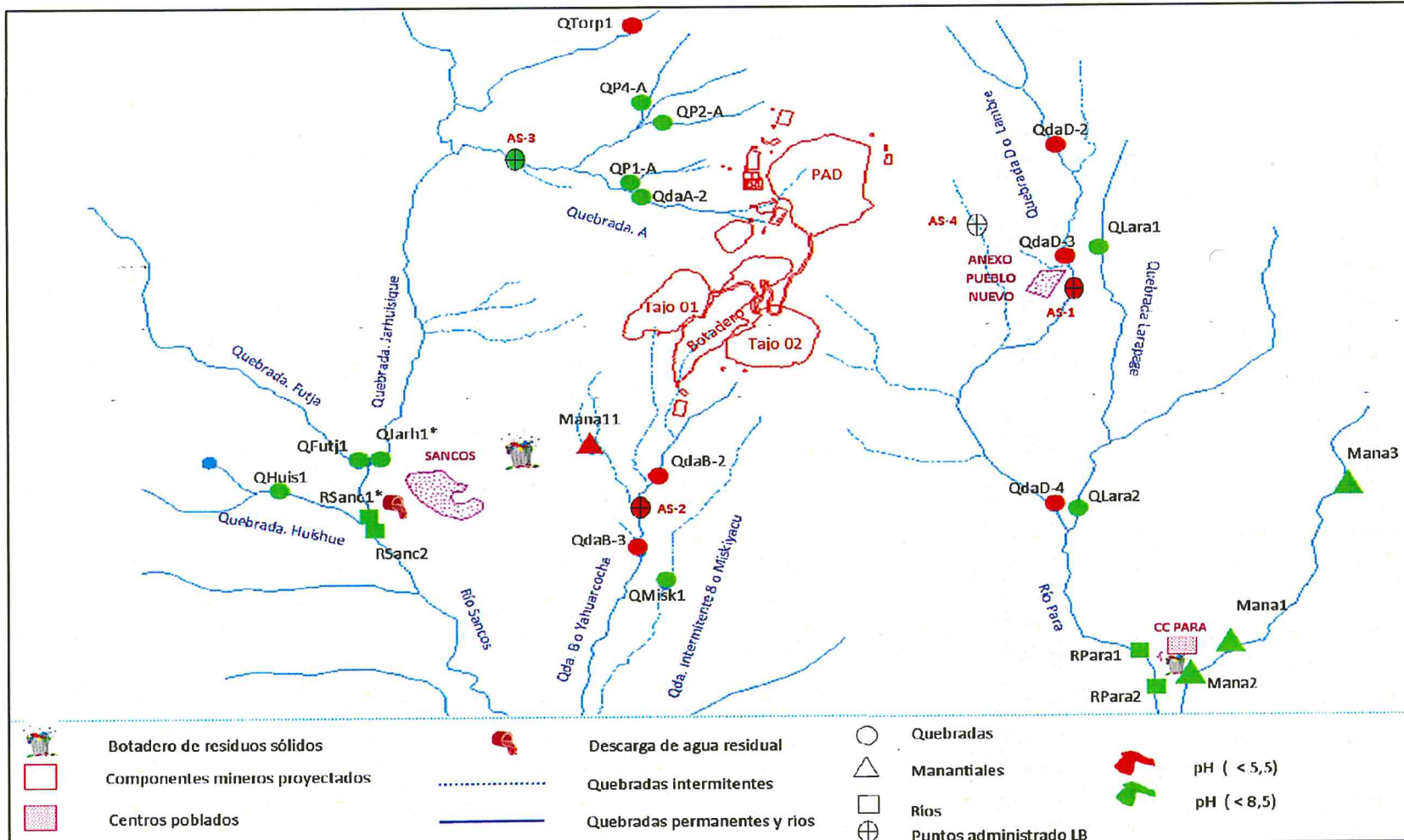


Figura 8- 7. Mapa de rango de pH registrado en la línea base y en la EAT (época seca)



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

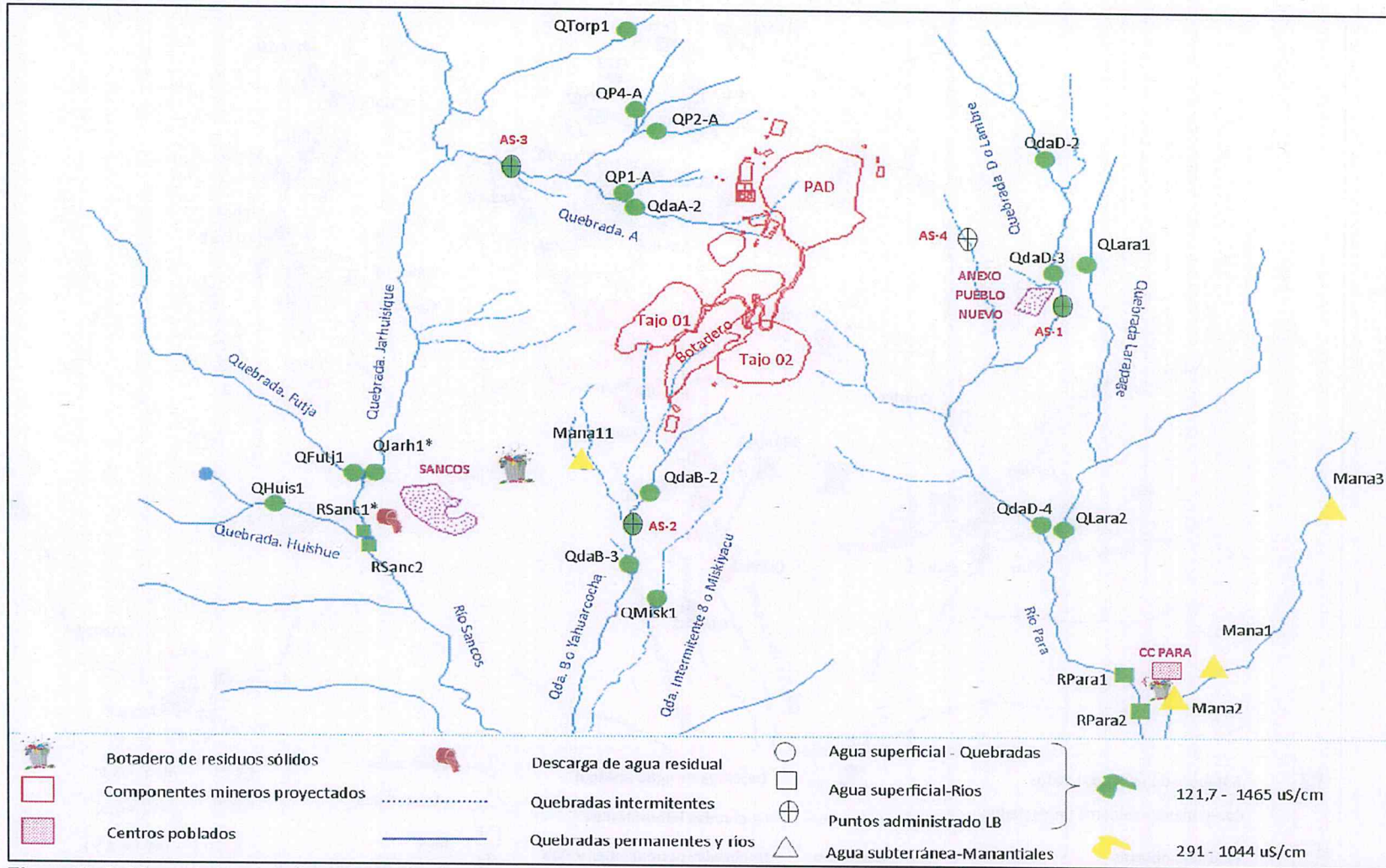


Figura 8- 8. Mapa de rangos de conductividad eléctrica registrada en la línea base y en la EAT (época seca)



Handwritten notes and arrows on the left margin, including a north arrow and the number '2'.





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



N
L
A
A
L
P
E
D
P
A
M
O

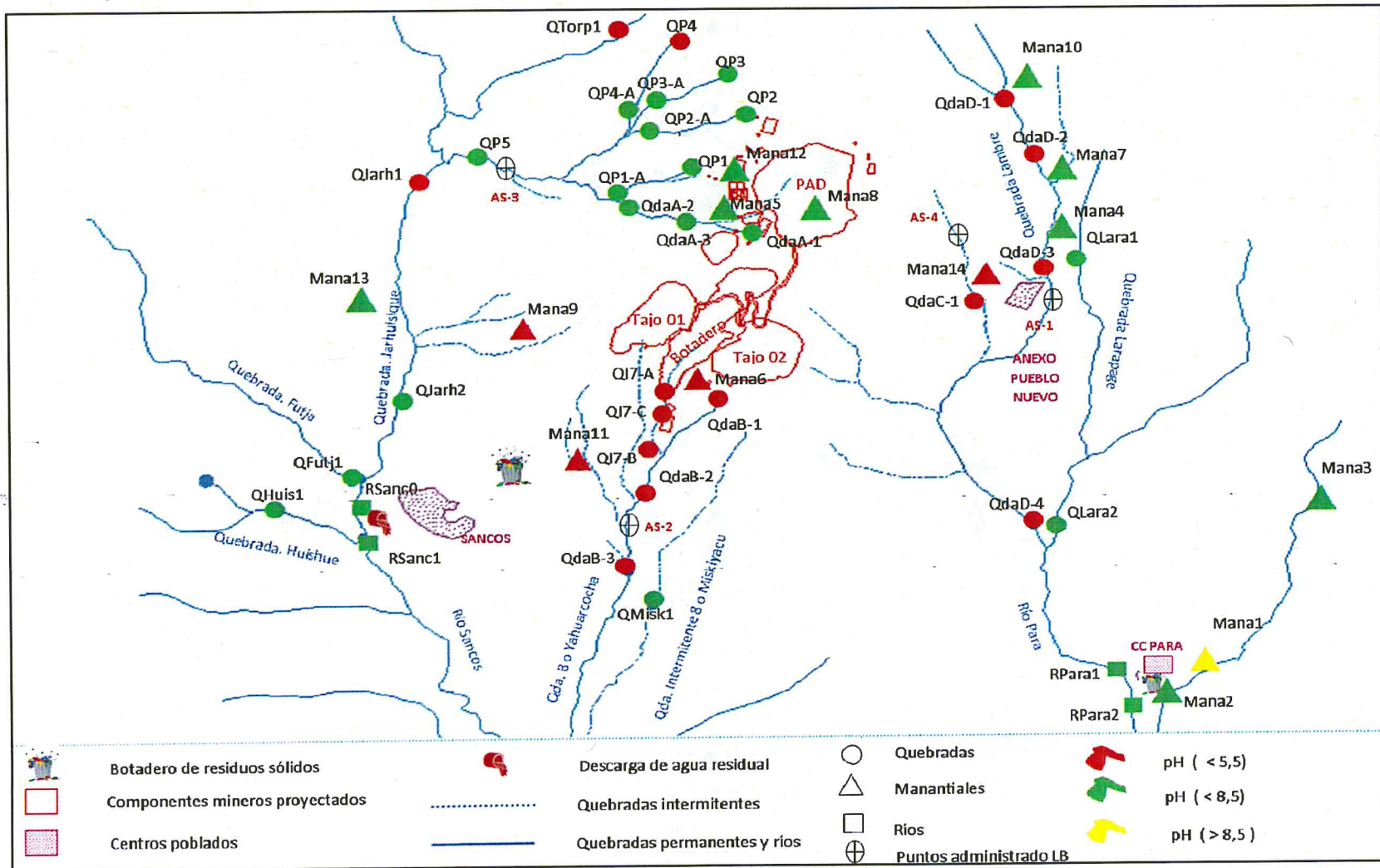


Figura 8- 9. Mapa de rango de pH registrado en la línea base y en la EAT (época húmeda)



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



1
2
UH
A
R
L
O

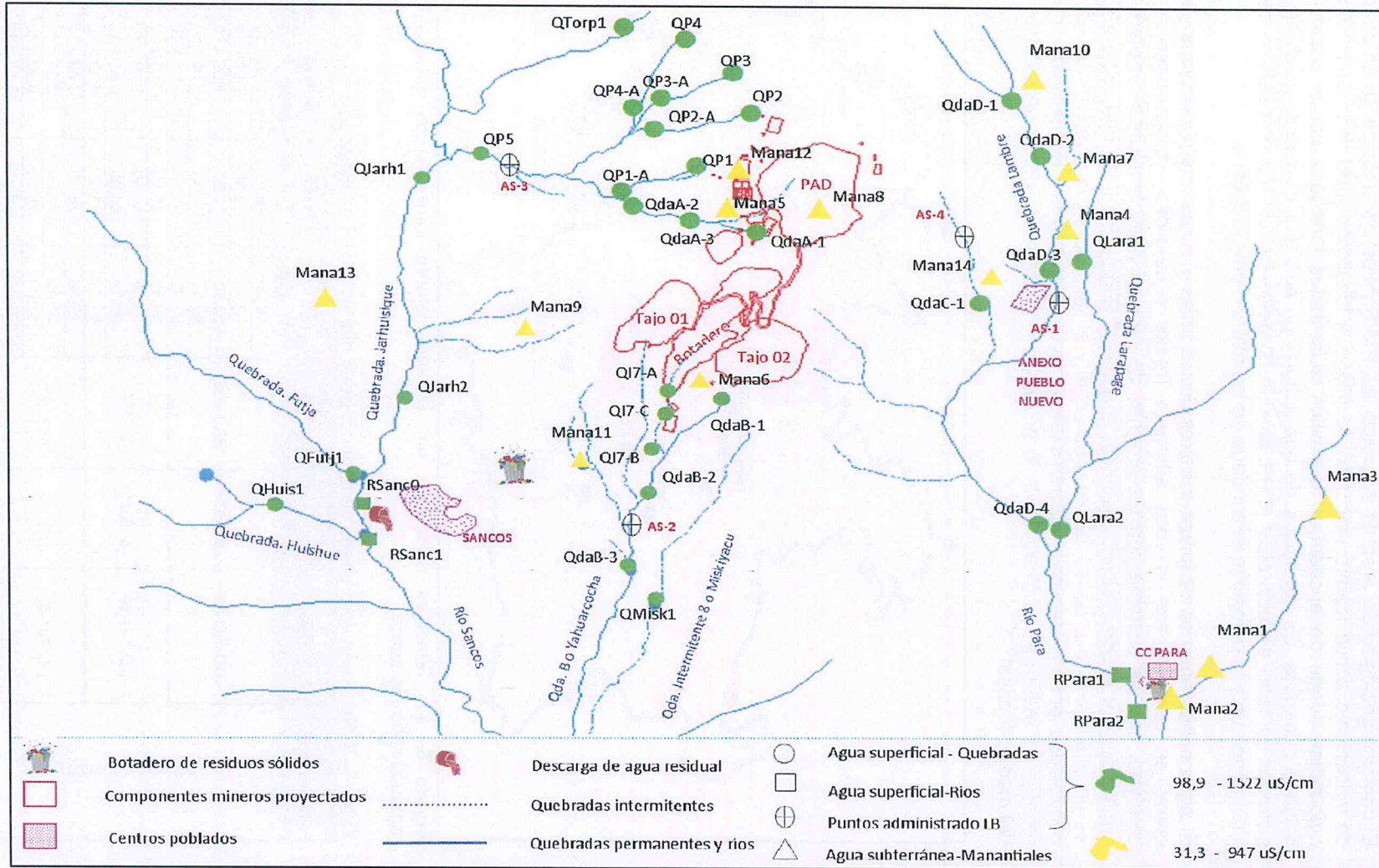


Figura 8- 10. Mapa de rangos de conductividad eléctrica registrada en la línea base y en la EAT (época húmeda)





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

El contexto geológico del área de influencia del PM Sancos, se emplaza en un centro de volcanismo activo (centro volcánico Apumayo e Ichuorcco) que tiene una fuente magmática donde se encuentran depósitos epitermales formados por el ascenso, hacia la superficie, de los fluidos de alta sulfuración ácidos y oxidados, mediante 3 sistemas de fallas estructurales: (1) en sentido noroeste-sureste, (2) noroeste-sureste y (3) norte-sur; y la porosidad secundaria de los afloramientos rocosos.

El agua subterránea se desplaza a través de las fallas y poros interconectados para entrar en contacto con la roca aflorante (rocas andesíticas, volcanoclásticos y brechas), esto se sustenta con las pruebas de conductividad hidráulica (Tabla 8-3) registradas por el administrado mediante sondajes²⁸ (Figura 8-11), lo que sugiere que es un acuífero pobre donde la permeabilidad y el flujo de agua subterránea están controlados por los depósitos superficiales, fracturas y estilos de alteración, cuya recarga se realiza por infiltración de la precipitación controlada por la permeabilidad del macizo rocoso²⁹.



Handwritten notes: HA, X, A, A, D, KA, M, B

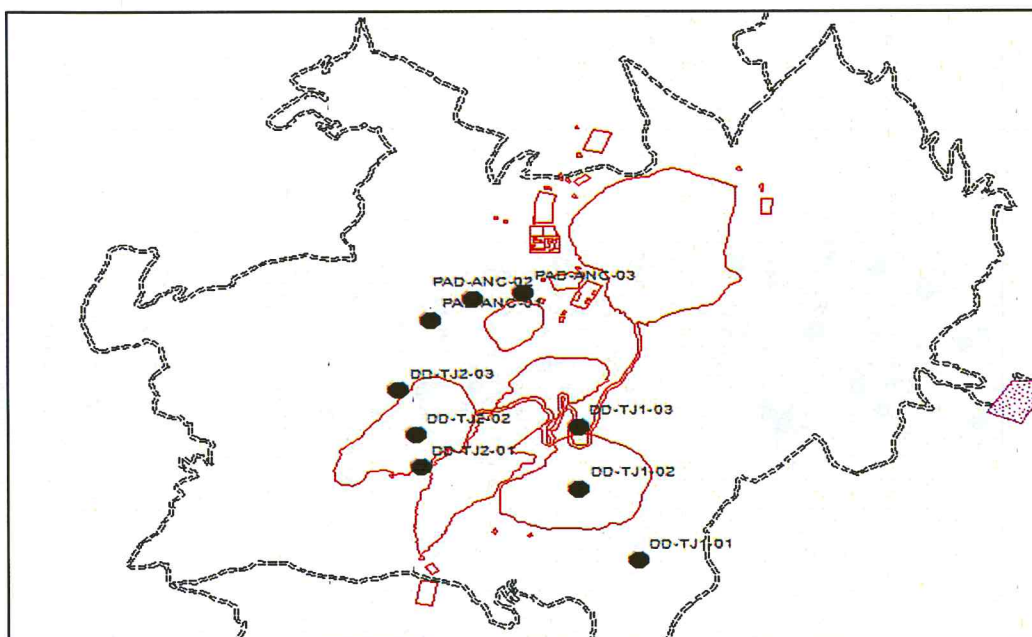


Figura 8- 11. Sondajes realizados por el administrado para realizar pruebas de conductividad hidráulica.

Tabla 8- 3. Resumen de pruebas de conductividad hidráulica del administrado

Componente	Sondaje	WGS 84 – Zona 18 L		Intervalo de prueba		Conductividad hidráulica (cm/s)
		Este (m)	Norte (m)	De (m)	A (m)	
Tajos proyectados	DD-TJ1-01	615676	8335536	18,00	25,00	1,05 x 10 ⁻⁴
				39,00	50,00	2,57 x 10 ⁻⁵
				52,00	71,90	1,02 x 10 ⁻⁶
				80,00	100,00	1,38 x 10 ⁻⁵
				85,00	100,00	4,06 x 10 ⁻⁵
	DD-TJ1-02	615386	8335993	19,50	25,00	7,51 x 10 ⁻⁴
				39,00	50,00	2,23 x 10 ⁻⁴
				60,00	80,00	8,43 x 10 ⁻⁵
				82,00	100,00	6,13 x 10 ⁻⁵
	DD-TJ1-03	615383	8336393	25,50	35,10	1,46 x 10 ⁻⁴
				34,50	53,00	2,33 x 10 ⁻⁴
				53,00	75,00	9,92 x 10 ⁻⁵
75,00				100,00	9,51 x 10 ⁻⁵	
DD-TJ2-01	614612	8336135	16,50	26,40	1,55 x 10 ⁻⁵	

28
29

Estudio de hidrogeología para el EIA del proyecto minero Ancos, página 134.

Estudio de hidrogeología para el EIA del proyecto minero Ancos, páginas 150 y 151.



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

Componente	Sondaje	WGS 84 – Zona 18 L		Intervalo de prueba		Conductividad hidráulica (cm/s)
		Este (m)	Norte (m)	De (m)		
				A (m)		
				30,00	54,80	$3,16 \times 10^{-6}$
				50,00	75,00	$4,22 \times 10^{-5}$
				80,00	100,00	$6,56 \times 10^{-5}$
	DD-TJ2-02	614588	8336338	18,00	25,00	$8,27 \times 10^{-5}$
				25,00	50,00	$5,69 \times 10^{-5}$
				50,00	75,00	$9,01 \times 10^{-5}$
	DD-TJ2-03	614505	8336627	19,00	32,50	$2,73 \times 10^{-4}$
				60,00	79,10	$5,67 \times 10^{-5}$
				84,50	100,00	$4,17 \times 10^{-5}$
	PAD de lixiviación proyectado	PAD-ANC-01	614660	8337075	4,50	10,00
10,00					20,00	$1,70 \times 10^{-4}$
30,00					50,00	$9,23 \times 10^{-5}$
PAD-ANC-02		614871	8337207	9,00	14,40	$2,53 \times 10^{-4}$
				15,00	23,40	$4,31 \times 10^{-4}$
				26,40	32,30	$1,01 \times 10^{-4}$
PAD-ANC-03		615113	8337207	38,00	50,00	$7,14 \times 10^{-5}$
				21,00	26,90	$2,25 \times 10^{-4}$
				28,00	35,50	$1,73 \times 10^{-4}$

Fuente: Estudio de hidrogeología para el EIA del proyecto minero Ancos, página 134.

En general el comportamiento hidroquímico, de un total de 35 puntos de agua superficial (ríos y quebradas) y 14 puntos de agua subterránea (manantiales) en el área de influencia del PM Sancos, se clasificó en 2 tipos de agua (sulfatada cálcica y bicarbonatada cálcica) detalladas en las Figuras 8-12 y 8-13, y el Anexo 5.2.3 (diagramas de Stiff en época seca y húmeda), estos resultados concuerdan con lo indicado por el administrado³⁰ que consideró un total de 11 puntos de agua superficial y 4 puntos de agua subterránea³¹ para los mismos cuerpos de agua. Tabla 8-4.

Tabla 8- 4. Puntos evaluados por el administrado y por el OEFA para la caracterización hidroquímica

Punto administrado	Puntos OEFA	Nombre del cuerpo de agua EAT-OEFA	Nombre del cuerpo de agua según el administrado
Agua superficial			
AS-01	QP2	Quebrada permanente 2	Quebrada Chuñuna
AS-02	QP2-A	Quebrada permanente 2	Quebrada Chuñuna
AS-05	QP5	Quebrada permanente 5	Quebrada Chuñuna
AS-06			
AS-07	QJarh1, QJarh2, QJarh1*	Quebrada Jarhuisique	Quebrada Jarhuisique
AS-10	RSanc0, RSanc1, RSanc1*, RSanc2	Río Sancos	Río Sancos
AS-12	*	Quebrada intermitente 5	Quebrada seca 1
AS-19	QdaB-1, QdaB-2, QdaB-3	Quebrada B o Yahuarcocha	Quebrada Yahuarcocha
AS-24	QdaD-1, QdaD-2, QdaD-3, QdaD-4	Quebrada D o Lambre	Quebrada Lambre
AS-25			
AS-28	RPara1, RPara2	Río Para	Río Para
Agua subterránea			
AM-01	Mana4	Manantial	Filtración
AM-02	**	Manantial	Filtración
AM-03	Mana5	Manantial	Filtración
AM-05	Mana6	Manantial	Filtración

*No se colectaron muestras en estos puntos porque no hubo flujo de agua en ambas épocas de evaluación.

**No se colectó muestra en este punto porque se encuentra a 6 metros de distancia del punto AM-01.



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

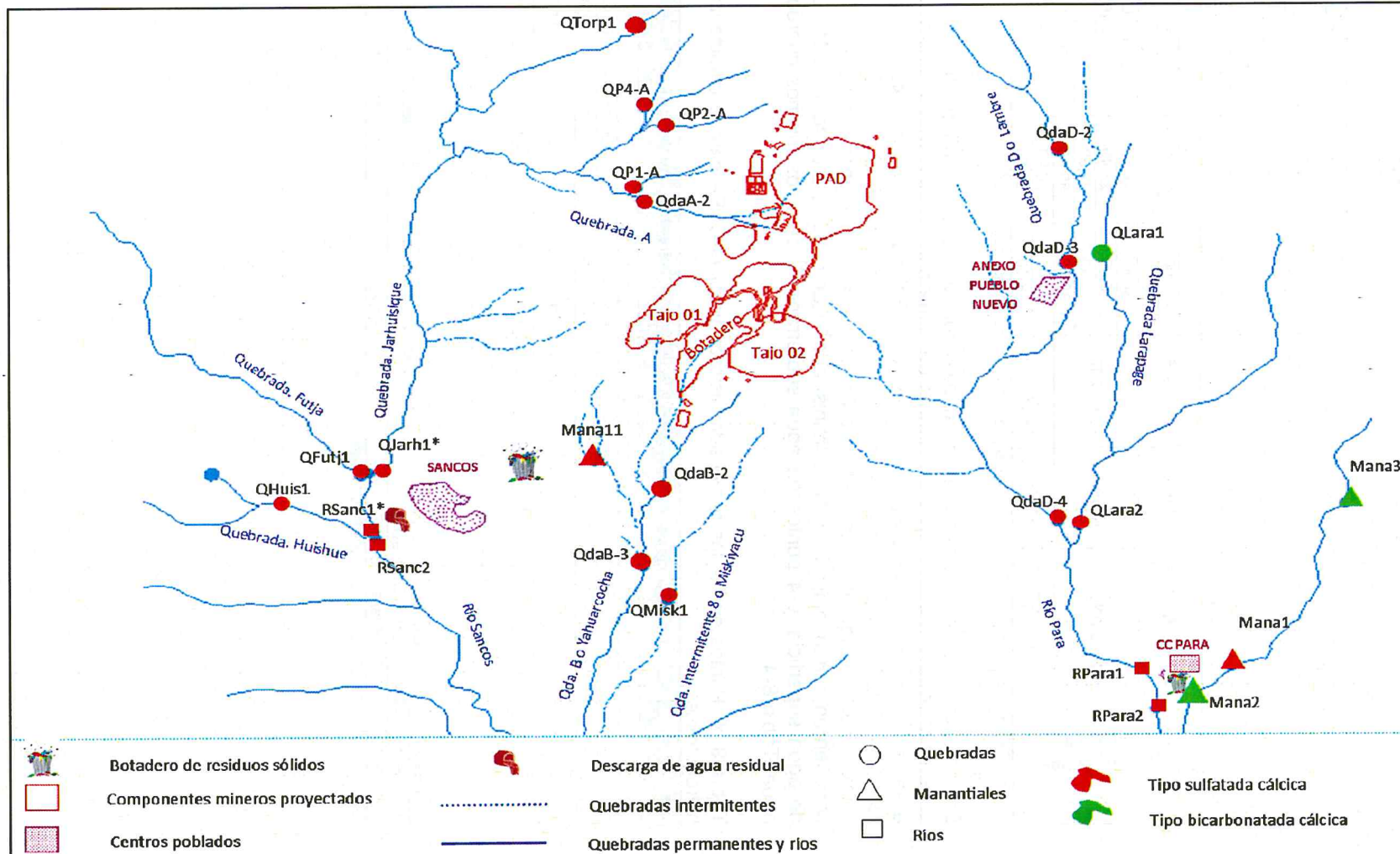


Figura 8- 12. Facies hidroquímicas de los cuerpos de agua presentes en el área de influencia del PM Sancos (época seca)



Handwritten notes and signatures on the left margin, including a north arrow and the letters 'A', 'PA', 'M', 'G'.



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

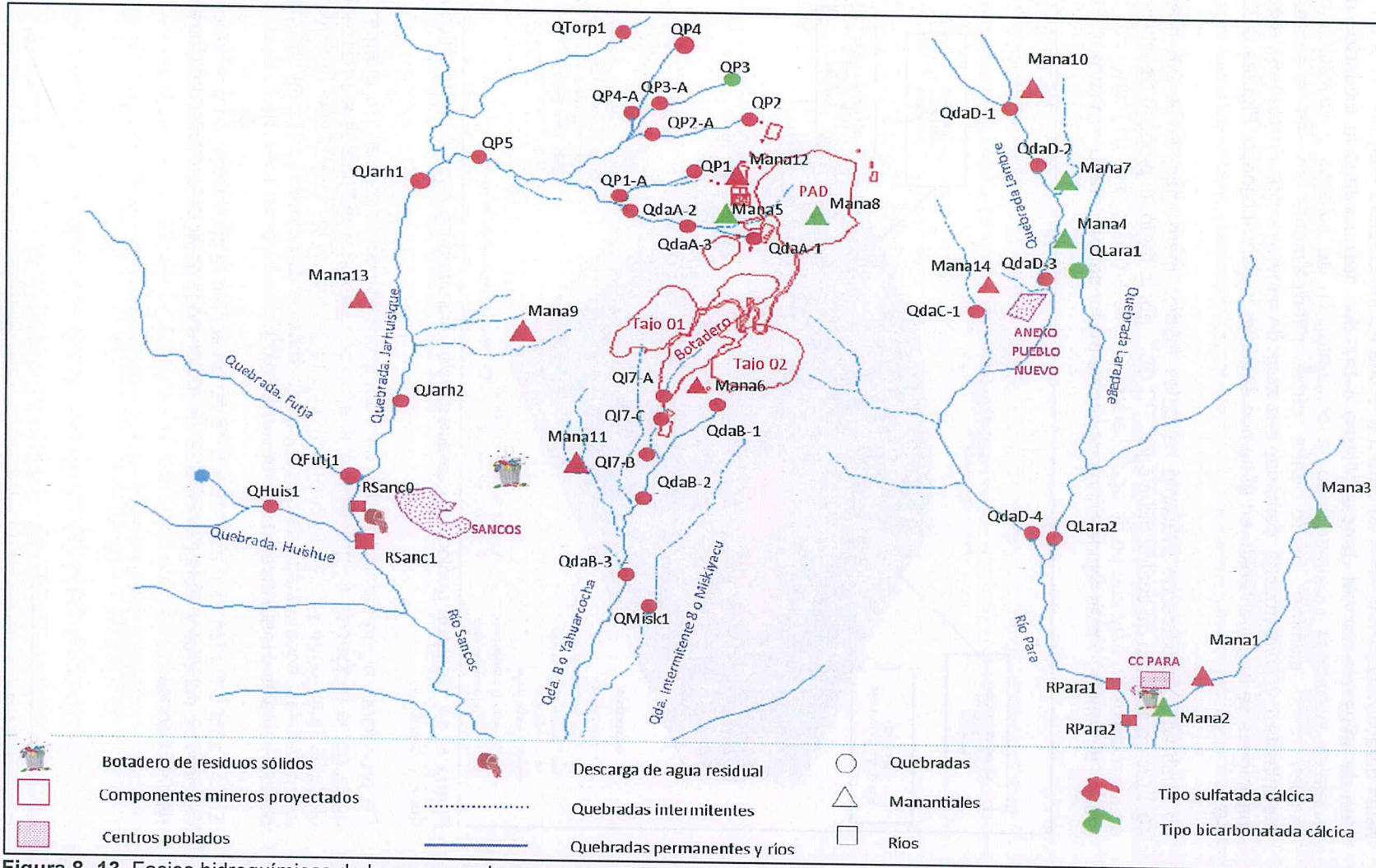


Figura 8- 13. Facies hidroquímicas de los cuerpos de agua presentes en el área de influencia del PM Sancos (época húmeda)



Handwritten notes and signatures on the left margin.





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

El contexto geológico define la composición hidroquímica de los cuerpos de agua, estas características naturales se deben a la interacción oxígeno – agua – roca en el área de influencia del PM Sancos (Figura 8-14), que desencadena la oxidación de minerales sulfurosos incrementando la concentración de sulfatos y liberación de metales como aluminio, hierro, entre otros, principalmente en las quebradas intermitente 7 y Yahuarcocha, cercanas a la zona de mineralización (Tabla 8-9), estas condiciones se han mantenido en el tiempo según el registro histórico. Figuras 8-3 al 8-6.

La quebrada Yahuarcocha presentó caudales medios mensuales desde 0,5 hasta 40,1 L/s en el punto de control hidrológico PC-06³²; por lo tanto, el proceso de dilución de los metales en este cuerpo de agua será más lenta en los meses de menor caudal (abril – diciembre) y más rápida en los meses de mayor caudal (enero – marzo).

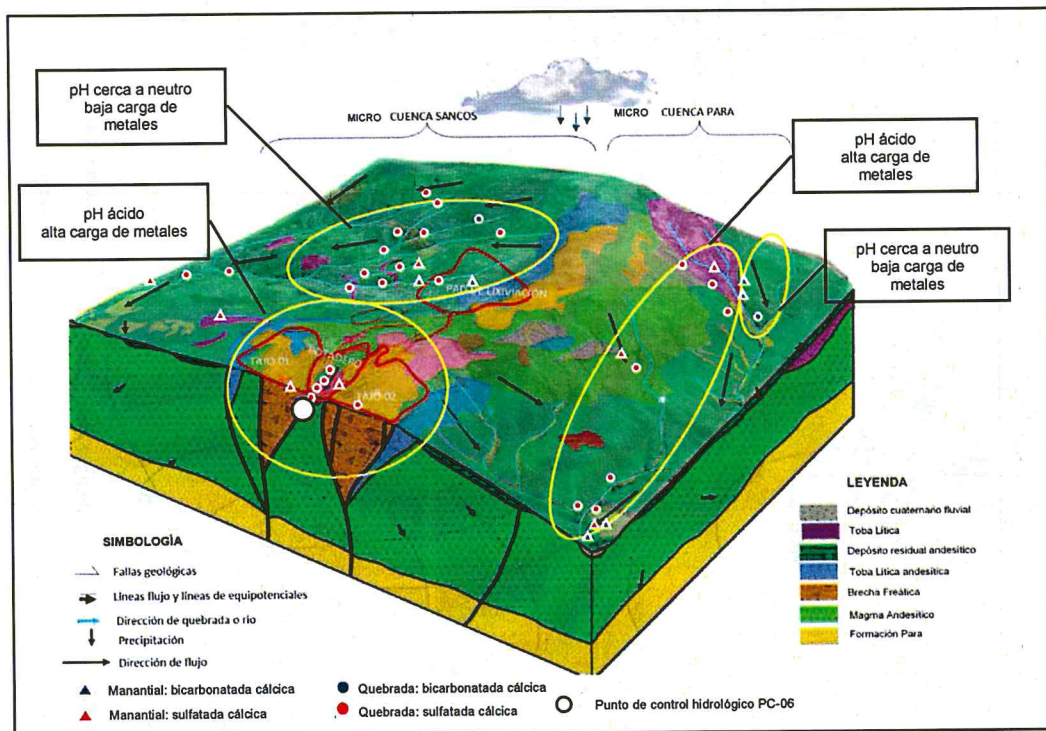


Figura 8- 14. Contexto geológico y caracterización hidroquímica en el área de influencia del PM Sancos

De producirse algún cambio en las características fisicoquímicas en los cuerpos de agua, por la exposición de grandes volúmenes de materiales sulfurosos a un ambiente oxidante (aire, agua y microorganismos), podría generarse la inestabilidad química de los materiales, acompañada de una compleja serie de reacciones químicas que libera ácidos, metales y metaloides (Lottermoser,2010³³).

En la Tabla 8-5 y las Figuras 8-15 y 8-16 se presentan la concentración y distribución espacial de sulfatos y metales disueltos de los cuerpos de agua del área del influencia del PM Sancos.

32 Estudio de hidrogeología para el EIA del proyecto minero Ancos, página 26.

33 Lottermoser, 2010. Mine Wastes. Characterization, Treatment and Environmental Impacts. Springer. 3rd. Edition, p. 8.

Handwritten notes and stamps in blue ink on the left margin, including a circular stamp from OEFA and vertical text.



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

Tabla 8- 5. Rango de concentraciones de sulfatos y metales disueltos en agua, setiembre 2017 (época seca)–marzo 2018 (época húmeda)

Parámetro	Ríos y quebradas		Manantiales	
	mg/L		mg/L	
	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Sulfatos	25,2 - 818,4	26,01 - 941,9	13,6 - 430,5	5,653 - 476,6
Aluminio disuelto	0,008 - 55,26	0,010 - 67,04	<0,005 - 30,37	0,024 - 24,80
Hierro disuelto	0,013 - 5,05	0,0068 - 16,63	<0,003 - 0,912	0,0236 - 10,59
Manganeso disuelto	0,006 - 5,785	0,00105 - 6,156	<0,001 - 0,017	0,00101 - 1,398
Zinc disuelto	0,005 - 0,35	0,0141 - 0,4690	<0,004 - 0,0999	0,1030 - 0,2088
Cobre disuelto	<0,002 - 0,063	0,00043 - 0,10776	<0,002 - 0,011	0,00049 - 0,04604
Cadmio disuelto	<0,001	0,00028 - 0,00105	<0,001	0,00035 - 0,00187
Níquel disuelto	0,003 - 0,083	0,0006 - 0,1036	<0,002 - 0,014	0,0050 - 0,0557
Cobalto disuelto	0,005 - 0,168	0,00039 - 0,19906	<0,001 - 0,017	0,00847 - 0,04776



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

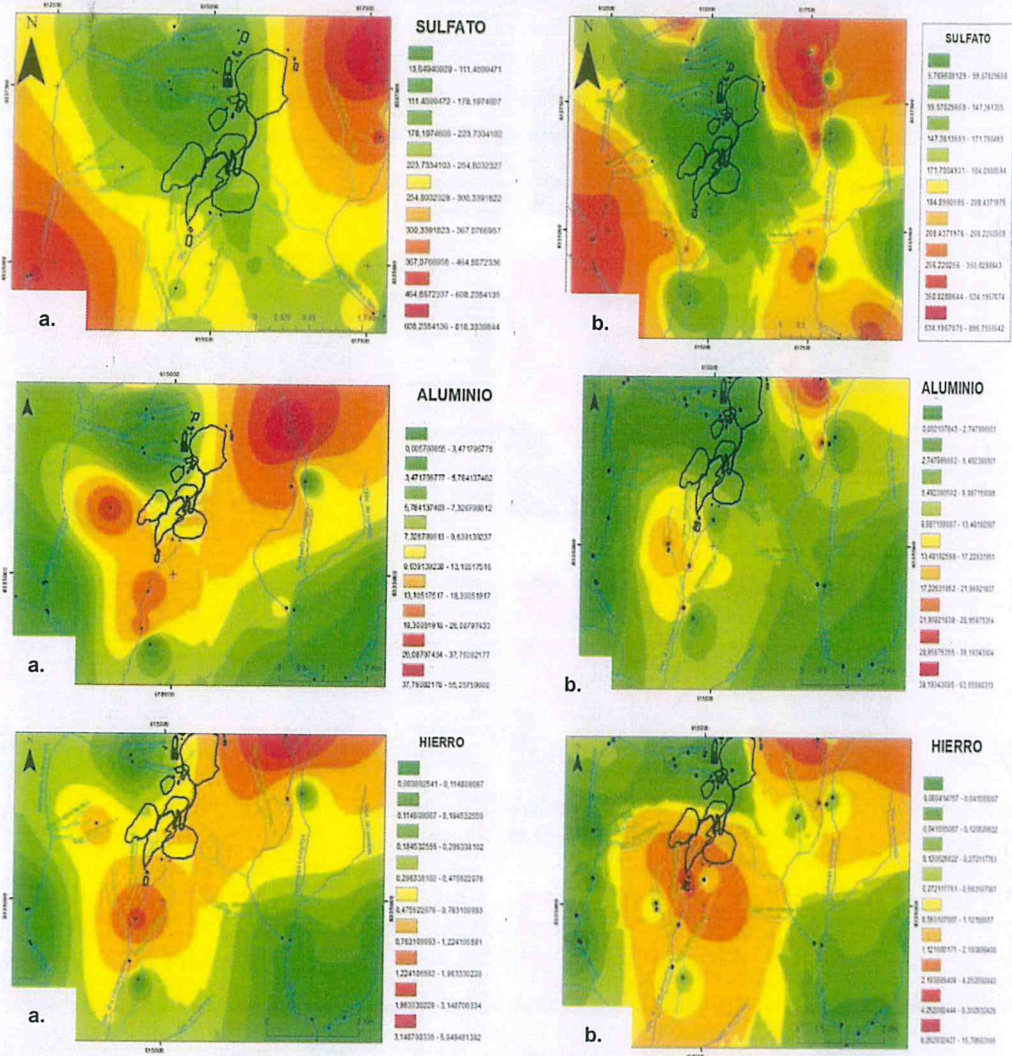
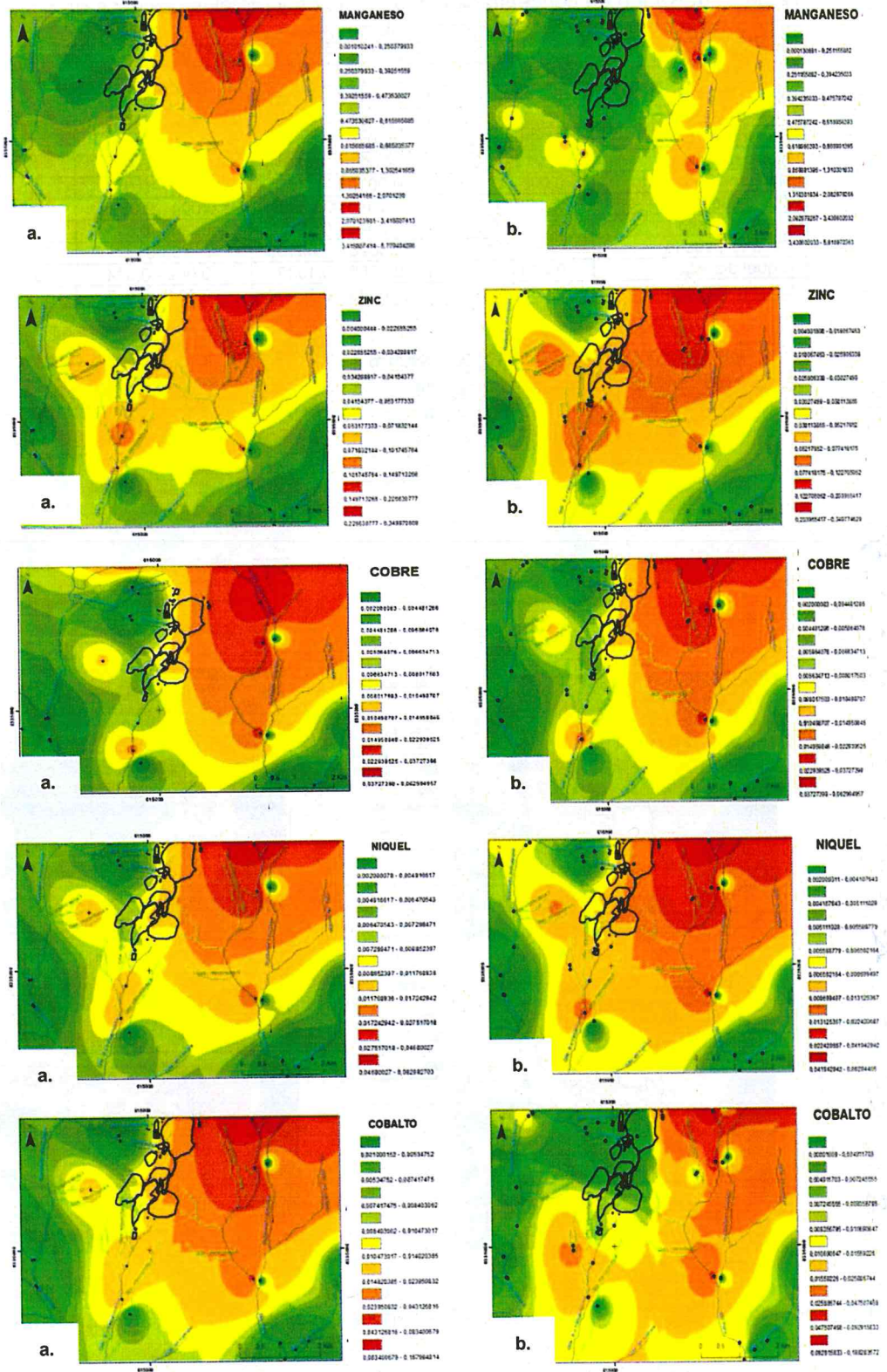


Figura 8- 15. Concentraciones en mg/L de sulfatos y aluminio y hierro disuelto en los puntos evaluados en a. setiembre 2017 (época seca) y b. marzo 2018 (época húmeda)³⁴

34 Estos esquemas se elaboraron solo con fines didácticos para observar la distribución de las concentraciones solo en los cuerpos de agua.



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



2
A
L
P
R
A
4
0

Figura 8- 16. Concentraciones en mg/L de manganeso, zinc, cobre, níquel y cobalto disueltos en los puntos evaluados en a. setiembre 2017 (época seca) y b. marzo 2018 (época húmeda)³⁵

35 Estos esquemas se elaboraron solo con fines didácticos para observar la distribución de las concentraciones solo en los cuerpos de agua.



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

A continuación, se presenta un análisis de los resultados obtenidos, enfocado en las áreas donde se emplazaran los principales componentes mineros en el área de influencia del PM Sancos como botadero, tajos y PAD de lixiviación.

Botadero y tajos proyectados

La etapa de exploración del PM Sancos se realizó en 2 periodos: el primero fue desde el 24 de octubre de 2011³⁶ hasta el 10 de noviembre de 2015³⁷ y el segundo fue desde el 21 de diciembre de 2015 hasta el 21 de setiembre de 2016³⁸.

Durante esta etapa se ejecutaron 113 plataformas de perforación (Figura 8-17), para determinar y cuantificar las reservas mineralizadas en las áreas de los tajos 01 y 02 proyectados, cada plataforma contó con 2 pozas de lodos de 2 m x 2 m x 1,5 m de profundidad recubiertos con geomembrana y canales de coronación y cada sondaje tuvo una profundidad de 300 m³⁹.

Las actividades de cierre para las plataformas y pozas de lodos fueron las siguientes⁴⁰:

- Relleno de los cortes con el material extraído de las mismas o perfilado de la superficie.
- Las superficies de las plataformas fueron rasgadas para reducir la compactación y favorecer la infiltración del agua y la revegetación.
- Recubrimiento de la superficie rellenada con el suelo orgánico inicialmente retirado.
- La capa orgánica del suelo se extendió en el área de alteración.



Handwritten notes and signatures in blue ink, including the number '12' and various initials.

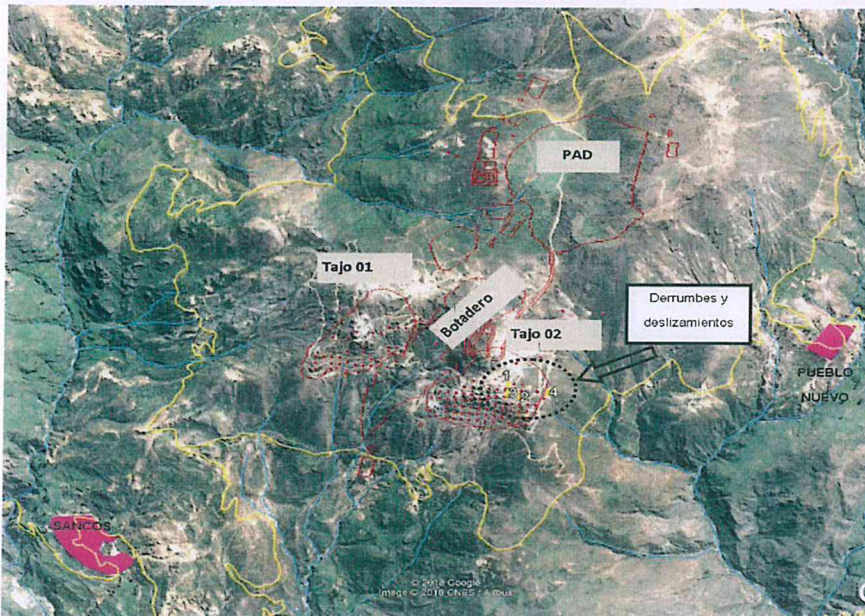


Figura 8- 17. Vista satelital de las plataformas de perforación ejecutadas del PM Sancos

36 Escrito N.º 2137674 remitido al MINEM para comunicar el inicio de las actividades de exploración (R.D. N.º 304-2011-MEM/AAM).

37 Escrito N.º 2524505 remitido al MINEM para comunicar el inicio de las actividades de exploración (R.D. N.º 304-2011-MEM/AAM).

38 Fecha que inicia desde la aprobación del ITS para la ampliación de cronograma de actividades y ejecución de plataformas de perforación (R.D. N.º 492-2015-MEM-DGAAM).

39 Resolución Directoral N.º 492-2015-MEM-DGAAM que aprueba el ITS, página 9.

40 Resolución Directoral N.º 492-2015-MEM-DGAAM que aprueba el ITS, página 16.



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

Durante la evaluación de campo, el OEFA observó la ausencia de cobertura vegetal, derrumbes y deslizamientos en los taludes que fueron construidos para el acceso hacia las plataformas durante la etapa de exploración. Figura 8-18.

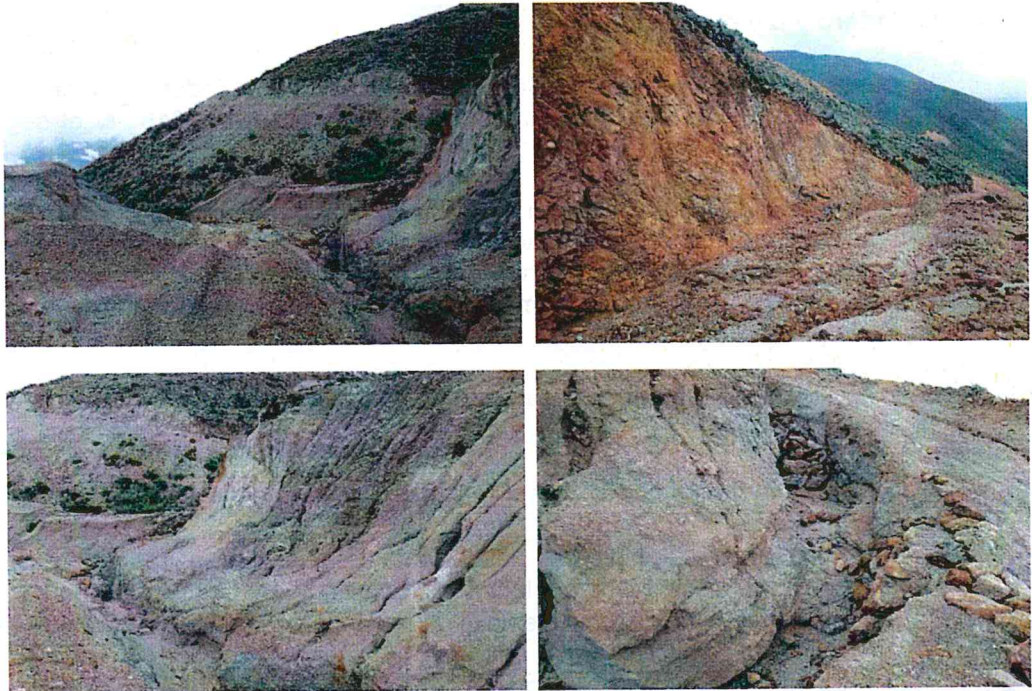


Figura 8- 18. Vista panorámica de los derrumbes y deslizamientos provocados por la precipitación en los taludes de acceso hacia las plataformas

Estos derrumbes y deslizamientos fueron causados por la escorrentía y filtraciones provocadas por la precipitación (Figura 8-19) que es mayor de enero a marzo (entre 124,1mm a 136,2 mm)⁴¹ incrementando el potencial de erosión del suelo y actuando como un cofactor de perfilaje de los taludes de alto ángulo, sumado a ello, las rocas volcánicas parcialmente argilizadas en la zona no ofrecen resistencia a la meteorización debido a la ausencia de cobertura vegetal.



1
2
W
X
A
L
B
D
20
4
0

⁴¹ Estudio de hidrogeología para el EIA del proyecto minero Ancos, páginas 18 y 19.



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

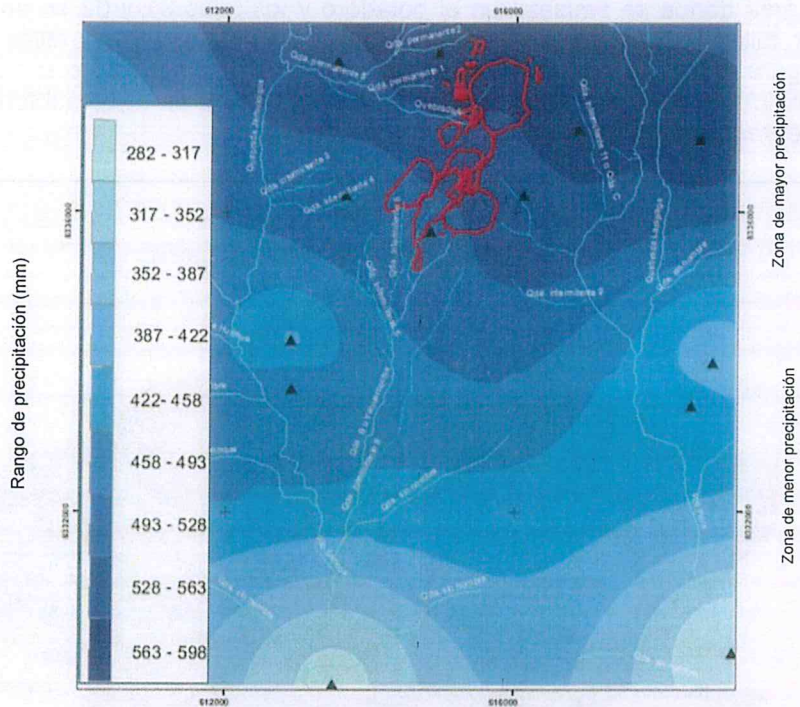


Figura 8- 19. Precipitación registrada en el estudio hidrogeológico del EIA

Fuente: Estudio de hidrogeología para el EIA del proyecto minero Ancos, páginas 18 y 19



Handwritten notes in blue ink, including an arrow pointing up and several symbols and characters: '↑', 'X', 'A', 'D', 'pa', 'u', and a circle.

En el área donde se emplazará el botadero y los tajos se observaron afloramientos rocosos constituidos parcialmente por brechas freatomagmáticas (Figura 8-20), andesitas porfíricas, domos andesíticos con múltiples etapas de mineralización con 3 tipos de alteración: (1) Argílica, cuya característica principal es la formación de arcillas por reemplazamiento o alteración de los feldespatos de las rocas como el caolín, alunita, entre otras; (2) Sílica, fase constituida por vuggy sílica y sílice granular terrosa pulverulenta y (3) presencia de óxidos de hierro, esto concuerda con lo declarado en la línea base del 2010⁴².

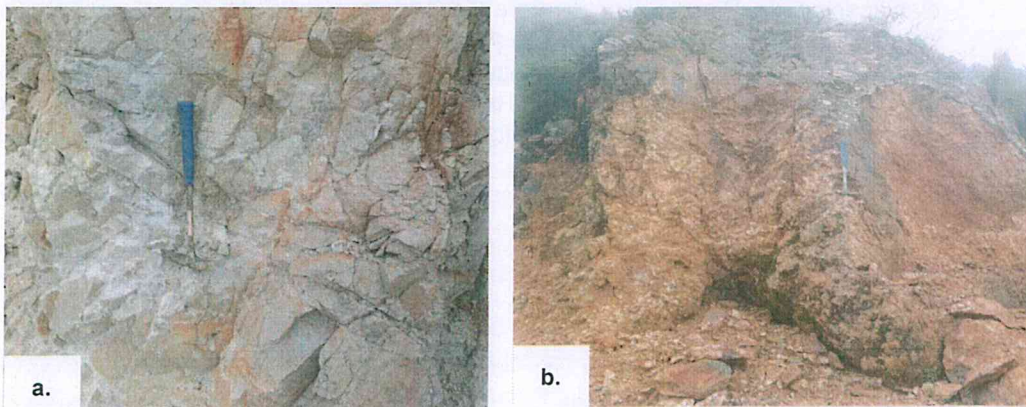


Figura 8- 20. Vista del área donde se emplazaran el botadero y los tajos
a. Afloramiento rocoso con alteración argílica y b. Presencia de óxidos de hierro

⁴² Línea Base del EIA del Proyecto de Exploración Minera Sancos – Categoría II (R.D N.º 304-2011-MEM/AAM), capítulo IV, páginas 6 y 7.



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

El área donde se emplazarán el botadero y los tajos 01 y 02 se encuentra afectada por fallas locales con dirección preferencial N-S, así como fallas en sentido E-O (Figura 8-21). Estas fallas en la roca sumado a la pendiente en la zona propician condiciones favorables de permeabilidad para flujos de agua subterránea⁴³ hacia las quebradas intermitentes 6 y 7.

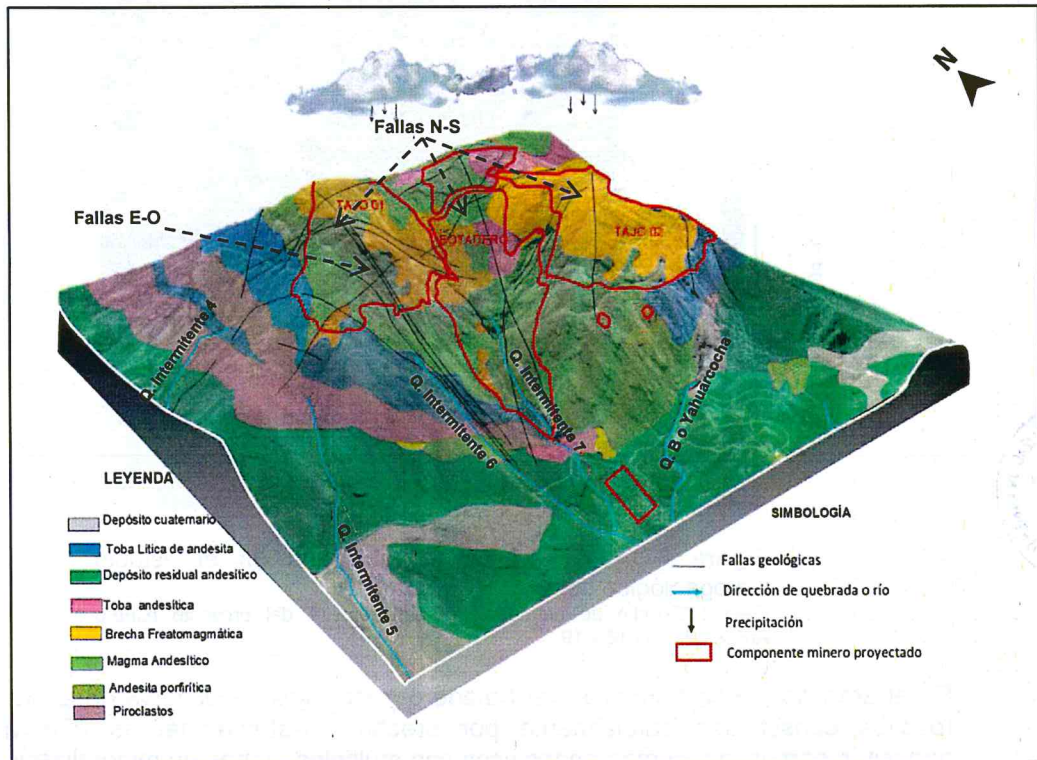


Figura 8-21. Vista de fallas estructurales en el área donde se emplazará el botadero y los tajos

Las quebradas Yahuarcocha e intermitente 7 se encuentran aguas abajo del área donde se emplazará el botadero y los tajos, estos registraron pH ácido y alta carga de metales (según la clasificación de Ficklin), fueron de tipo sulfatada cálcica (según la clasificación de Piper), y presentaron concentraciones de iones mayoritarios desde valores no detectables hasta 8 meq/L (según la clasificación de Stiff), esto coincide con los resultados del estudio hidrogeológico del 2017⁴⁴. El manantial Mana6 registró pH ácido y alta carga de metales, también fue de tipo sulfatada cálcica y presentó concentraciones de iones mayoritarios desde valores no detectables hasta 4 meq/L. Tabla 8-6.



Handwritten notes in blue ink, including a vertical list of numbers: 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

43 Mapa HG-27. Estudio Hidrogeológico Ancos, 2017.

44 Estudio hidrogeológico del proyecto minero Ancos, 2017. Folios 5202 al 5205.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

Tabla 8- 6. Diagramas de Stiff en los puntos evaluados en el estudio hidrogeológico y por el OEFA

Código administrado	Código EAT	Diagrama Stiff administrado*	Diagrama Stiff EAT
Quebrada Yahuarcocha	Quebrada B o Yahuarcocha	Agua superficial	
AS-19	QdaB-2	Noviembre 2015	Setiembre 2017
		Febrero 2016	Marzo 2018
		Filtración	
		Manantial	
AM-05	Mana6	Agua subterránea	
		Noviembre 2015	Setiembre 2017
		Febrero 2017	Marzo 2018

* Diagramas extraídos del estudio hidrogeológico del proyecto minero Ancos, 2017. Folios 5202 al 5205.

Los valores de pH ácidos y conductividades eléctricas bajas registrados en la quebrada Yahuarcocha (pH: 3,46 – 3,87 y CE: 137,4 – 572 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y quebrada intermitente 7 (pH: 3,23 – 3,28 y CE: 452 – 479 $\mu\text{S}/\text{cm}$) se deberían al proceso de interacción de oxígeno-agua-roca en esta zona mineralizada, debido a la alteración argílica, presencia de minerales de óxido de hierro (hematita, limonita) y la oxidación de sulfuros de hierro (pirita).

El análisis de correspondencia canónica indicó que las concentraciones mayores de los metales asociados a pH ácido pueden originar el incremento de la especie *Andogyrus* sp. (tolerante). Es así que, en condiciones naturales en la quebrada Yahuarcocha se registró la presencia de 4 organismos de *Andogyrus* sp. en setiembre 2017 (época seca) que posiblemente ante un cambio en las concentraciones de metales y pH incrementaría su abundancia.

La quebrada Yahuarcocha presentó una mala calidad hidromorfológica y ecológica según el índice CERA-S y su calidad biológica según el índice ABI estuvo asociada a la presencia de familias:

- Tolerantes con puntajes de 1-3 como Gyrinidae (3), Chironomidae (2).
- Facultativas con puntajes de 4-7 como Baetidae (4), Empididae (4), Elmidae (5), Hydropsychidae (5) y Tipulidae (5).
- Sensibles con puntajes de 8-10 como Perlidae (10).



Handwritten notes and signatures in blue ink, including the word 'MANA' written vertically.





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

más diversas y con mayor número de especies de los hábitats altoandinos del Perú (Cano y Valencia, 1992⁴⁶).

La presencia de los arbustos *Hesperomeles cuneata* y *Coreopsis fasciculata* en esta formación vegetal presentaron la mayor abundancia relativa (24 % y 8,3 %, respectivamente), otorgando condiciones favorables como sombra, protección contra el viento, calor y retención de humedad que favorece la forma de crecimiento más diversa que fue la herbácea (*Nassella mucronata*, *Hypericum silenoides*, entre otras) además de ocupar la mayor cobertura vegetal. Figura 7-124.

De las 138 especies registradas en esta formación vegetal, 23 se encuentran en algún estado de conservación, de las cuales 15 son endémicas, 6 son amenazadas y 2 (*Corryocactus brevistylus* y *Myrcianthes quinqueloba*) son endémicas y amenazadas (Tablas 7-23 y 7-24; Figura 8-23): *Corryocactus brevistylus* «sanky» categorizada en el apéndice II del CITES 2015 y preocupación menor según el IUCN 2018 y *Myrcianthes quinqueloba* «guayabillo» categorizada como vulnerable según el D.S N.º 043-2006-AG. Se precisa que solo la especie *Corryocactus brevistylus* fue registrada en la línea base del 2010⁴⁷.



Vertical handwritten text: "SANCOS PARA EL DISEÑO"

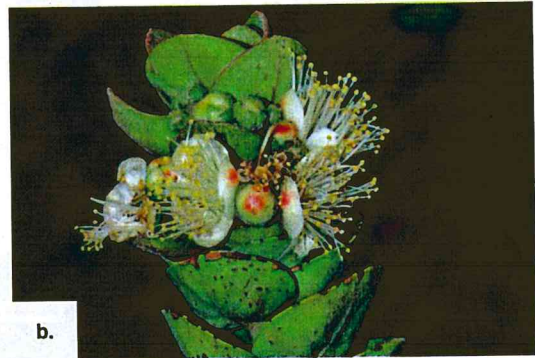


Figura 8- 23. Vista de especies endémicas y amenazadas en la parte baja del área donde se emplazará el botadero y los tajos del PM Sancos a. *Corryocactus brevistylus* y b. *Myrcianthes quinqueloba*.

Para la evaluación de fauna en esta formación vegetal se instalaron 5 cámaras trampa durante 28 días con un esfuerzo total de 140 trampas-noche, y se recorrieron de 3 transectos (SaFaln1, SaFaln2 y SaFaln3) con un esfuerzo de 6,13 km en 9 horas 22 minutos, registrándose un total de 5 especies de mamíferos.

Mediante las cámaras trampa SFaCT-2 y SFaCT-4 se registró la presencia de 2 especies de mamíferos, *Lycalopex culpaeus* «zorro» e *Hippocamelus antisensis* «taruca». Figura 8-24, y a través de evidencias cualitativas en los transectos recorridos se registró la presencia de 3 especies de mamíferos, *Mustela frenata* «comadreja» (madriguera y heces), *Conepatus chinga* «zorrino» (huella, comedero, heces y excavación) y *Lagidium peruanum* «vizcacha» (observación, huella, madriguera y heces). Figura 8-25.

46 Cano, A. y N. Valencia. 1992. Composición Florística de los Bosques Nublados Secos de la Vertiente Occidental de los Andes Peruanos. En: Young, K. y N. Valencia (Eds.), Biogeografía, Ecología y Conservación del Bosque Montano en el Perú. Memorias del Museo de Historia Natural, UNMSM (Lima), 21: 171-180.

47 Línea Base del EIAsd del Proyecto de Exploración Minera Sancos – Categoría II (R.D N° 304-2011-MEM/AAM), capítulo IV, página 43.



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

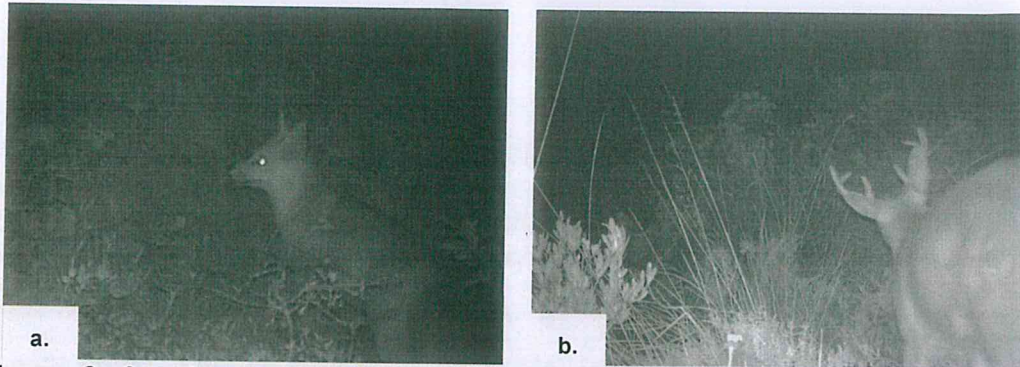


Figura 8- 24. Vista de mamíferos registrados en la parte baja del área donde se emplazará el botadero y los tajos a. *Lycalopex culpaeus* (zorro) y b. *Hippocamelus antisensis* (taruca)



Figura 8- 25. Evidencias cualitativas de mamíferos registrados en la parte baja del área donde se emplazará el botadero y los tajos a. *Mustela frenata* (comadreja), b. *Conepatus chinga* (zorrino) y c. *Lagidium peruanum* (vizcacha)



Handwritten notes and signatures on the left margin, including a blue arrow pointing to the stamp and the word 'PARA' written vertically.

PAD de lixiviación proyectado

En el área donde se emplazará el PAD de lixiviación se identificó depósitos morrénicos antiguos y rocas volcánicas con moderada alteración argílica donde las arcillas amorfas reemplazan los feldspatos y óxidos de hierro en fracturas. Todo ello se fue cubriendo por materiales finos y gruesos transportados desde las partes altas que se fueron sedimentando y formando topografías moderadamente planas. Figura 8-26 a y Figura 8-26 b.



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

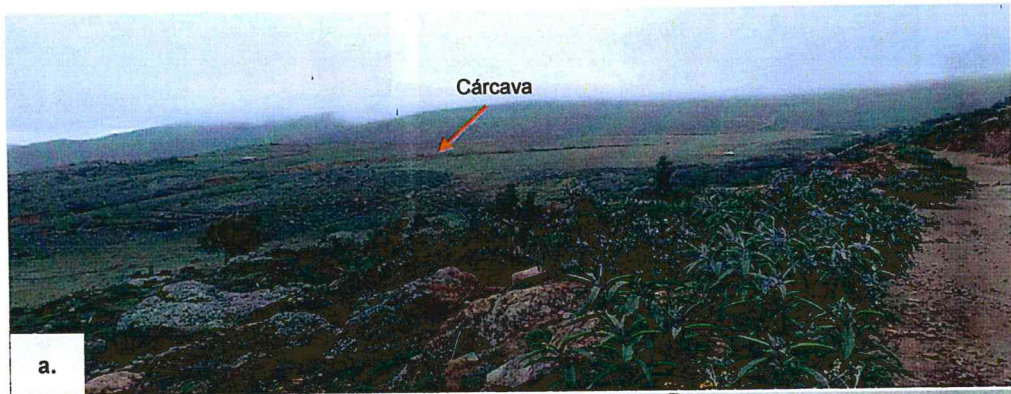


Figura 8- 26. Vista de a. Topografía plana en el área donde se emplazará el PAD de lixiviación y b. Presencia de óxidos de hierro en fracturas y matriz de rocas volcánicas

Debido al proceso de erosión de suelos constituidos por arcillas poco permeables que forman acuitardos⁴⁸ se generó un carcavamiento de aproximadamente 40 metros de longitud y 10 metros de ancho, emplazado en los depósitos morrénicos. Figura 8-27 a y Figura 8-27 b.



Figura 8- 27. Vista de a. erosión de suelos compuesto por arcillas b. carcavamiento en el área donde se emplazará el PAD de lixiviación



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a vertical list of initials: 'A', 'A', 'L', 'P', 'D', 'R', 'A', 'Y', 'O'.

⁴⁸ Formación geológica de baja permeabilidad, que almacena agua pero la transmite lentamente.



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

El área donde se emplazará el PAD de lixiviación se encuentra afectada por fallas locales con dirección preferencial NO-SE, así como fallas en sentido E-O. Estas fallas en la roca sumado a la pendiente en la zona propician condiciones favorables de permeabilidad para flujos de agua subterránea⁴⁹ hacia las quebradas intermitente 1 y A. Figura 8-28.

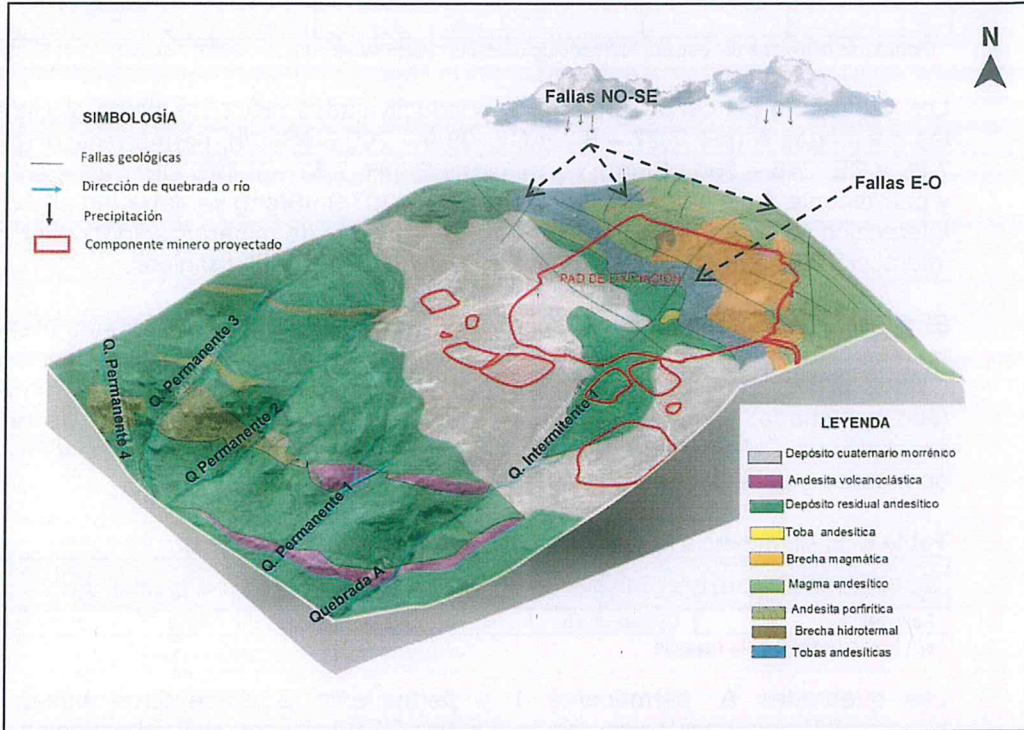


Figura 8- 28. Vista de fallas estructurales en el área donde se emplazará el PAD de lixiviación del PM Sancos

Las quebradas A y permanente 1, que se encuentran aguas abajo del área donde se emplazará el PAD de lixiviación, registraron un pH cerca al neutro y baja carga de metales (según la clasificación de Ficklin), fueron de tipo sulfatada cálcica (según la clasificación de Piper) y presentaron concentraciones desde valores no detectables hasta 4 meq/L (según la clasificación de Stiff). Los manantiales registraron pH cerca a neutro y baja carga de metales, fueron de tipo sulfatada cálcica (Mana8 y Mana12) y bicarbonatada cálcica (Mana5) y presentaron concentraciones desde valores no detectables hasta 4 meq/L, esto coincide con lo determinado en el estudio hidrogeológico del 2017⁵⁰. Tabla 8-8.

Tabla 8- 8. Diagramas de Stiff en los puntos evaluados en el estudio hidrogeológico y por el OEFA

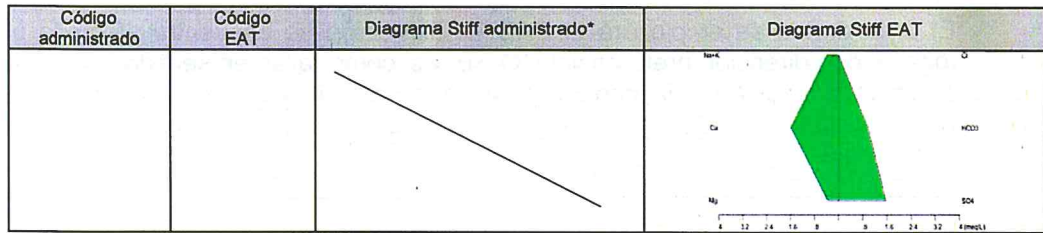
Código administrado	Código EAT	Diagrama Stiff administrado*	Diagrama Stiff EAT
Quebrada permanente 2	Quebrada Chuñuna	Agua superficial	
AS-02	QP2-A	Noviembre 2015	Setiembre 2017
		Febrero 2016	Marzo 2018

49
50

Estudio de hidrogeología del proyecto minero Ancos, 2017. Mapa HG-27.
Estudio de hidrogeología del proyecto minero Ancos, 2017. Folios 5202 al 5205.



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



* Diagramas extraídos del estudio hidrogeológico del proyecto minero Ancos, 2017. Folios 5202 al 5205

Los valores de pH cerca a neutros y conductividades eléctricas bajas registrados en las quebradas A (pH: 7,27 – 8,2 y CE: 98,9 – 200,5 uS/cm), permanente 1 (pH: 7,6 – 7,99 y CE: 346 – 360 uS/cm), permanente 2 (pH: 7,51 – 7,79 y CE: 227 – 232 uS/cm) y permanente 3 (pH: 7,3 – 8,35 y CE: 138,2 – 207,9 uS/cm) se deberían al proceso de interacción de oxígeno-agua-roca en zonas alejadas de mineralización y al proceso de interacción del agua de lluvia con los suelos orgánicos e inorgánicos.

El análisis de correspondencia canónica indicó que las concentraciones menores de metales asociados a pH cerca a neutro pueden originar el incremento de la especie *Cyloopus* sp. (facultativo). Es así que, en condiciones naturales en marzo 2018 (época húmeda) en las quebradas A, permanente 1 y permanente 2 se registró la presencia de *Cyloopus* sp. que posiblemente ante un cambio en las concentraciones de metales y pH incrementaría su abundancia. Tabla 8-9.

Tabla 8-9. Abundancia por número de organismos de *Cyloopus* sp.

Grado de perturbación	Especie	Quebrada A		Permanente1		Permanente2	
		Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Facultativo	<i>Cyloopus</i> sp.	s/r	1104	s/r	115	s/r	60

s/r: No se registró esta especie

Las quebradas A, permanente 1 y permanente 2 presentaron buena calidad hidromorfológica y ecológica según el índice CERA-S y, su calidad biológica según el índice ABI estuvo asociada a la presencia de familias:

- Tolerantes con puntajes de 1-3 como Hirudinea (3), Dytiscidae (3), Staphylinidae (3) y Chironomidae (2).
- Facultativas con puntajes de 4-6 como Elmidae (5), Hydroptilidae (6), Ceratopogonidae (4), Simuliidae (5), Tabanidae (4), Stratiomyidae (4), Tipulidae (5), Aeshenidae (6), Baetidae (4), Hyalellidae (6) y Turbellaria (5).
- Sensibles con puntajes de 8-10 como Hydrobiosidae (8), Gripopterygidae (10) y Leptophlebiidae (10).

La quebrada permanente 3 presentó moderada calidad hidromorfológica y ecológica según el índice CERA-S y, su calidad biológica según el índice ABI estuvo asociada a la presencia de familias:

- Facultativas con puntajes de 4-6 como Elmidae (5), Hydroptilidae (6), Simuliidae (5), Tipulidae (5) y Baetidae (4).
- Tolerantes con puntajes de 2-10 como Gripopterygidae (10) como sensibles y tolerantes como Staphylinidae (3) y Chironomidae (2).

En estas quebradas las comunidades hidrobiológicas estuvieron compuestas por 6 phyla (Bacillariophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenozoa, Charophyta y Ochrophyta) de perifiton (microalgas) y por 13 órdenes (Rhynchobdellida, Haploutaxida, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera, Diptera, Odonata, Ephemeroptera, Amphipoda, Trombidiformes, Veneroidea, Tricladida, Gordioidea) de macroinvertebrados bentónicos ambas comunidades presentaron mayores valores de riqueza, abundancia y diversidad. Tabla 8-10 y Figura 8-29.



Handwritten notes in blue ink: '2', 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', 'G', 'H', 'I', 'J', 'K', 'L', 'M', 'N', 'O', 'P', 'Q', 'R', 'S', 'T', 'U', 'V', 'W', 'X', 'Y', 'Z'.



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

Tabla 8- 10. Riqueza y abundancia de comunidades hidrobiológicas en las quebradas A, permanente 1, permanente 2 y permanente 3

Comunidad hidrobiológica	Composición	Quebrada A				Quebrada permanente 1				Quebrada permanente 2				Quebrada permanente 3			
		Riqueza (N.º de especies)		Abundancia (N.º de organismos)		Riqueza (N.º de especies)		Abundancia (N.º de organismos)		Riqueza (N.º de especies)		Abundancia (N.º de organismos)		Riqueza (N.º de especies)		Abundancia (N.º de organismos)	
		Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Perifiton (microalgas)	Bacillariophyta	19	24	30328	34965	16	37	10656	59091	31	36	46175	66783	0	37	0	66783
	Cyanobacteria	0	2	0	750	1	2	546	699	5	6	3825	12937	0	7	0	4545
	Chlorophyta	1	2	273	1399	0	1	0	559	5	4	1995	594	0	8	0	5000
	Charophyta	1	0	820	0	0	1	0	350	6	3	2514	629	0	6	0	4615
	Euglenozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	273	0	0	0	0	0
	Ochrophyta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	105	0	0	0	0
Macroinvertebrados bentónicos	Rhynchobdellida	0	1	0	4	0	1	0	189	0	0	0	0	0	0	0	0
	Haplotaxida	0	1	0	122	0	1	0	478	0	1	0	59	0	1	0	92
	Plecoptera	0	1	0	111	0	1	0	52	0	1	0	30	0	1	0	4
	Coleoptera	4	2	467	1108	2	3	33	1367	3	1	370	537	0	2	0	18
	Trichoptera	0	3	0	123	1	2	4	241	2	3	23	37	0	1	0	11
	Diptera	4	14	1319	2593	4	13	185	1290	5	14	833	256	0	13	0	1408
	Odonata	0	1	0	4	0	0	0	0	1	0	7	0	0	0	0	0
	Ephemeroptera	1	3	48	422	0	3	0	173	2	2	1459	1227	0	2	0	263
	Amphipoda	0	1	0	30	0	1	0	733	0	1	0	8	0	0	0	0
	Trombidiformes	0	1	0	11	0	1	0	4	1	0	11	0	0	0	0	0
	Veneroida	0	0	0	0	0	1	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tricladida	0	1	0	4	0	1	0	67	0	1	0	4	0	0	0	0
Gordioidea	0	1	0	4	0	1	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	



Handwritten notes and signatures in blue ink, including the word 'PERU' and various initials.



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

diferente estadio de desarrollo, lo que sugiere que la población se mantiene y se reproduce con éxito. Figura 8-30.

Lo expuesto en el párrafo anterior es concordante con lo reportado por Watson et al.⁵¹, (2017) que registró valores de pH de $8,38 \pm 0,52$ unidades de pH y conductividad eléctrica de $378,55 \pm 95,64 \mu\text{S}/\text{cm}$ que favorecen la ocurrencia de poblaciones de *Telmatobius macrostomus* en el departamento de Junín.

No se han determinado los valores críticos de pH para anfibios de este género, algunos estudios mencionan que valores de pH ácidos menores a 4,5 pueden frenar el desarrollo de algunas especies de ranas o en su defecto causar su mortalidad (Freda, 1986⁵²), esto justificaría la ausencia de la rana K'ayra en las quebradas Yahuarcocha (pH de 3,02 unidades de pH) y Lambre (pH de 3,51 unidades de pH).



12
de
Agosto
de
2014

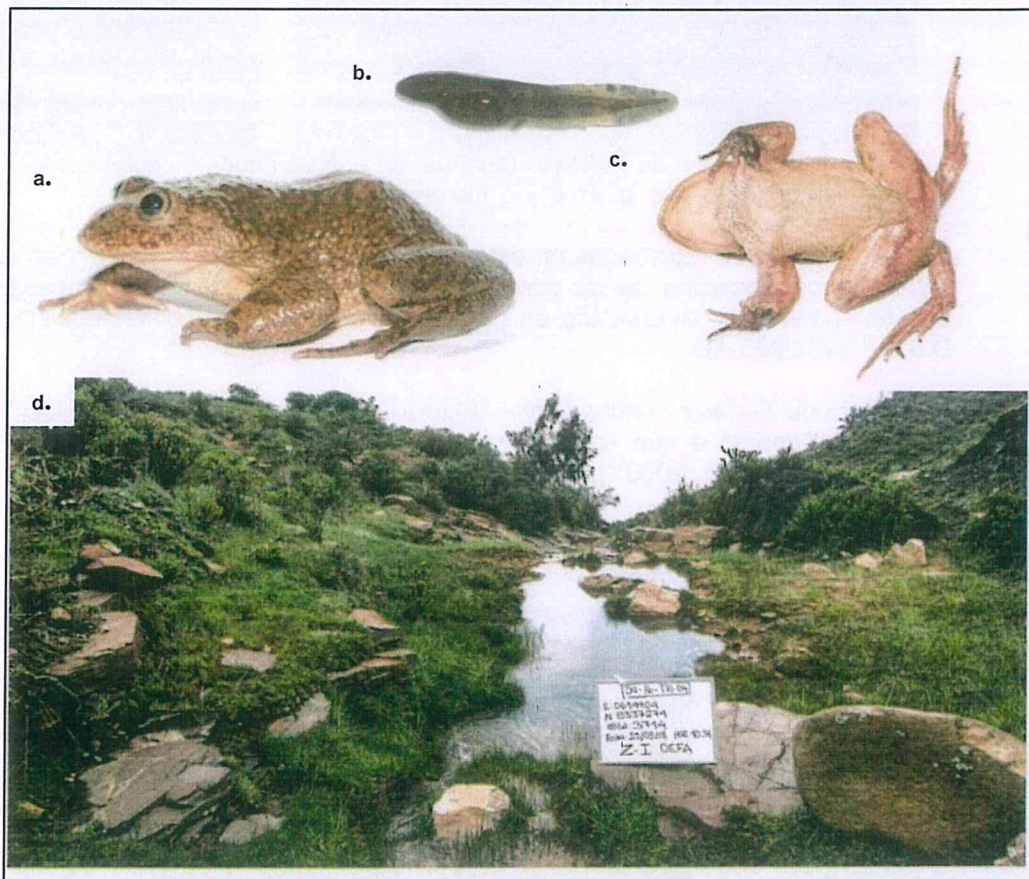


Figura 8- 30. a. y c. Vista frontal y ventral *Telmatobius* cf. *Intermedius* (adulto), b. Vista lateral de *Telmatobius* cf. *Intermedius* (renacuajo) y d. Vista de la quebrada A aguas abajo del área donde se emplazará el PAD de lixiviación

En el área donde se emplazará el PAD de lixiviación se identificó 3 formaciones vegetales⁵³: pajonal mixto, roquedal y bosque de *Polylepis* «queñual», este último considerado un ecosistema frágil, siendo la segunda formación vegetal más diversa en toda el área de estudio con 94 especies agrupadas en 35 familias, principalmente Asteraceae y Poaceae.

51 Watson AS, Fitzgerald AL, Damian Baldeón OJ (2017) Diet composition and prey selection of *Telmatobius macrostomus*, the Junin giant frog. *Endang Species Res* 32: 117-121
52 Freda, J., 1986. The Influence of Acidic Pond Water on Amphibians: A Review. *Water, Air and Soil Pollution*, 30(1986), pp.439-450
53 Evaluación de flora en la Zona IV (EF) al norte y noreste del PAD de lixiviación proyectado.



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

Los bosques de *Polylepis* contribuyen al incremento de la capacidad de retención de agua en el suelo, reducen la erosión al regular la escorrentía y ayudan en el almacenamiento de nutrientes (Fjeldsa & Kessler, 1996⁵⁴). Por ello, cumplen un rol central en la ecología altoandina, como hábitat de muchas especies de plantas y animales. Figura 8-31.

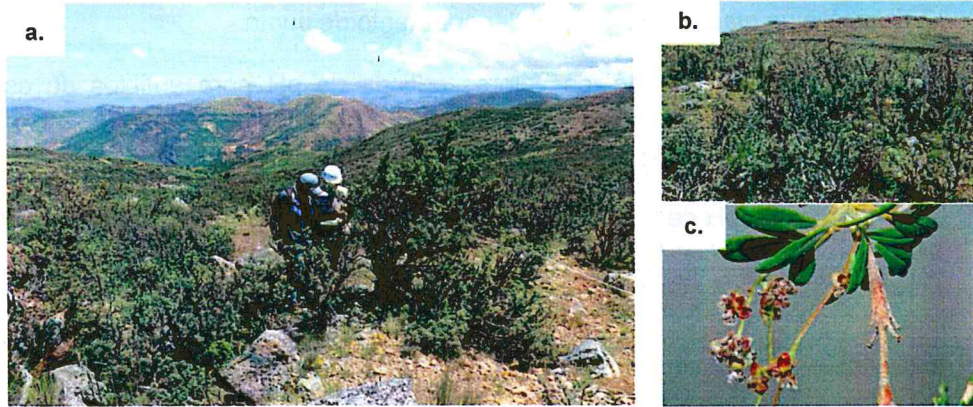


Figura 8- 31. Vistas de *Polylepis* (queñua) en el área donde se emplazará el PAD de lixivación a. Bosque, b. Árbol y c. Floración

De las 94 especies registradas en este ecosistema frágil, 20 se encuentran en algún estado de conservación, de los cuales 9 son endémicas, 10 son amenazadas y solo una es endémica y amenazada en peligro crítico (*Senecio chachaniensis*) según el D.S N.º 043-2006-AG.

El registro de *Senecio chachaniensis* (Figura 8-32) representa una ampliación en su distribución debido a que solo se encontraba registrada para el departamento de Arequipa (León *et al.*, 2006⁵⁵).



Figura 8- 32. *Senecio chachaniensis*, especie endémica y amenazada en el bosque de *Polylepis*

Para la evaluación de fauna en estas formaciones vegetales se instalaron 5 cámaras trampa durante 25 y 26 días con un esfuerzo total de 50 y 77 trampas-noche, y se recorrieron 5 transectos (SaFaln4, SaFaln5, SaFaln6, SaFaln7 y SaFaln8) con un esfuerzo de 11,59 km en 13 horas y 24 minutos, registrándose un total de 7 especies de mamíferos.

⁵⁴ Fjeldsá, J. & Kessler, M. 1996. Conserving the biological diversity of *Polylepis* wood lands of the highlands of Peru and Bolivia: A contribution to sustainable natural resource management in the Andes. NORDECO, Copenhagen. 250 p.

⁵⁵ León, Blanca; Roque, José; Ulloa-Ulloa, Carmen; Pitman, Nigel; Jorgensen Peter M. Y Cano, Asunción. El libro rojo de las especies endémicas del Perú. Rev. per. Biol. 2007. Número especial vol. 13, n° 2, 971 p.



Handwritten notes in blue ink, including a checkmark and the word 'DRA' written vertically.



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

Mediante las cámaras trampa SFaCT-6, SFaCT-7 y SFaCT-8 se registró la presencia de 3 especies de mamíferos, *Hippocamelus antisensis* «taruca», *Lagidium peruanum* «vizcacha» y *Leopardus colocolo* «gato de pajonal» (Figura 8-33), y a través de evidencias cualitativas en los transectos recorridos se registró la presencia de 4 especies de mamíferos, *Puma concolor* «puma» (huella), *Vicugna vicugna* «vicuña» (observaciones directas), *Conepatus chinga* «zorrino» (excavación) y *Mustela frenata* «comadreja» (madriguera y heces). Figura 8-34.

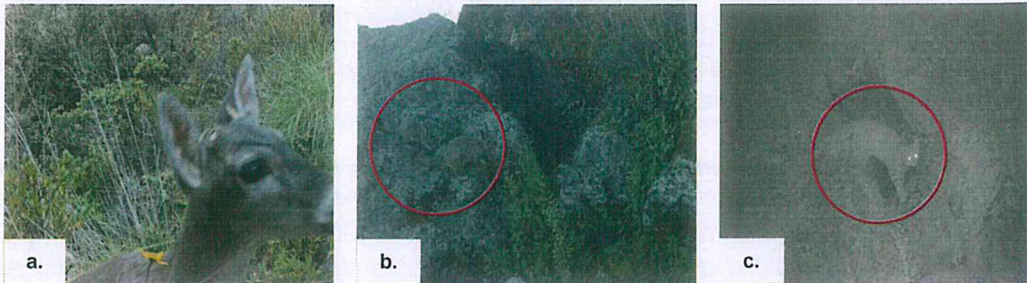


Figura 8- 33. Vista de mamíferos registrados en el área donde se emplazará el PAD de lixiviación a. *Hippocamelus antisensis* (taruca), b. *Lagidium peruanum* (vizcacha) y c. *Leopardus colocolo* (gato de pajonal)

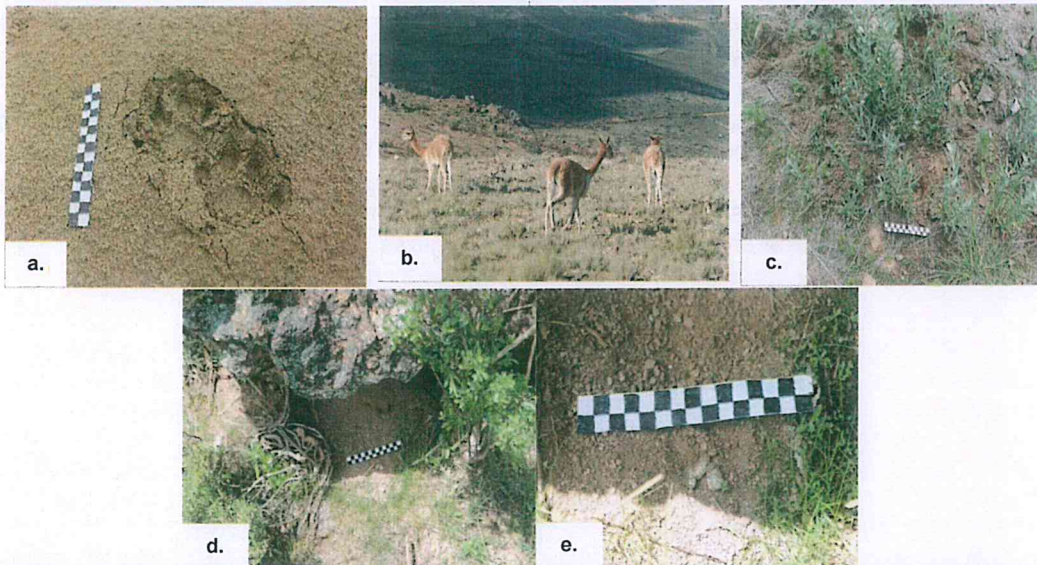


Figura 8- 34. Evidencias cualitativas de mamíferos registrados en el área donde se emplazará el PAD de lixiviación a. Huella de *Puma concolor* (puma), b. Observación directa de *Vicugna vicugna* (vicuña), c. Excavación de *Conepatus chinga* (zorrino) y d. Madriguera de *Mustella frenata* (comadreja) y e. Heces de *Mustella frenata* (comadreja)

De las 8 de especies de mamíferos registradas por el OEFA, 5 se encuentran en algún estado de conservación: *Puma concolor* «puma», *Leopardus colocolo* «gato de pajonal», *Licalopex culpaeus* «zorro», *Vicugna vicugna* «vicuña» e *Hippocamelus antisensis* «taruca» (Tabla 7-33). Asimismo, solo 3 especies coinciden con lo registrado en la línea de base del 2010⁵⁶, estas son: *Vicugna vicugna*, *Lycalopex culpaeus* y *Puma concolor*.

En cuanto a los reptiles, en agosto de 2015⁵⁷ se registró 3 individuos de *Liolaemus* sp. (familia Liolaemiidae) «lagartija»; sin embargo, en marzo del 2018 el OEFA no observó

56 Línea Base del EIASd del Proyecto de Exploración Minera Sancos – Categoría II (R.D N° 304-2011-MEM/AAM), del capítulo IV, página 48.

57 Informe de monitoreo de flora y fauna en el ámbito del proyecto Ancos – noviembre 2015, página 5.



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

ningún individuo a pesar del esfuerzo realizado en los 7 transectos recorridos y las 34 búsquedas por encuentros visuales (VES) con un total de 51,03 horas. La ausencia de este reptil se debería a la época de evaluación ya que algunas especies de *Liolaemus* muestran cambios en sus abundancias influenciados por la estacionalidad, disponibilidad de alimentos o por las temporadas reproductivas (Stellately *et al.*, 2018⁵⁸; Verrastro, 2015⁵⁹).

Algunas especies de *Liolaemus* que atraviesan por periodos de hibernación se adentran en madrigueras para evitar las bajas temperaturas y la cobertura de nieve (Gutiérrez *et al.*, 2013⁶⁰; Villavicencio *et al.*, 2007⁶¹), siendo difícil encontrarlos en la superficie en algunas temporadas.

La lagartija *Liolaemus* sp. registrada en agosto de 2015 podría ser *Liolaemus wari* (Aguilar *et al.*, 2013⁶²) que tiene amplia distribución en el departamento de Ayacucho o *Liolaemus williamsi* que ha sido reportada en la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille a 58 km al noroeste. *Liolaemus williamsi* está categorizada como una especie con datos insuficientes (DD) en el listado de especies amenazadas protegidas por el estado peruano (D.S. N.º 004-2014-MINAGRI) y como especie de preocupación menor por la UICN (2018).

Para ubicar las zonas susceptibles de afectación del suelo por parte de los principales componentes mineros proyectados, se consideró el movimiento del posible contaminante en dirección norte-sur señalado en el estudio hidrogeológico del PM Ancos⁶³. En estas zonas se identificaron 3 tipos de suelo (Sancos, Pacchiri y Yahuarcocha) donde se determinaron que los valores de nivel de fondo comparados referencialmente con los ECA para suelo, D.S. N.º 011-2017-MINAM uso agrícola, fueron superiores para arsénico, en cambio, los valores de bario, cadmio, mercurio y plomo no superaron los ECA referidos. Figuras 8-35 y 8-36.



2
L
x
x
L
R
D
PA
Y
O

- 58 Stellatelli, O.A., Villalba, A., Block, C., Vega, L.E., Dajil, J.E., & Cruz, F.B. (2018). Seasonal shifts in the thermal biology of the lizard *Liolaemus tandiliensis* (Squamata, Liolaemidae). *Journal of thermal biology*, 73, 61-70.
- 59 Verrastro, L., & Ely, I.. (2015). Diet of the lizard *Liolaemus occipitalis* in the coastal sand dunes of southern Brazil (Squamata-Liolaemidae). *Brazilian Journal of Biology*, 75(2), 289-299. <https://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.11013>
- 60 Gutiérrez, J., Piantoni, C., & Ibarguengoytía, N. (2013). Altitudinal effects on life history parameters in populations of *Liolaemus pictus argentinus* (Sauria: Liolaemidae). *Acta Herpetologica*, 8(1), 9-17. doi:10.13128/Acta_Herpetol-11056
- 61 Villavicencio, H.J., Acosta, J.C., Marinero, J.A., Cánovas, M.G. (2007): Thermal ecology of a population of the lizard, *Liolaemus pseudoanomalus* in western Argentina. *Amphibia Reptilia* 28: 163-165
- 62 Aguilar, Cesar; Perry Wood, Juan Carlos Cusi, Alfredo Guzman, Frank Huari, Mikael Lundberg, Emma Mortensen, César Ramirez, Daniel Robles, Juana Suarez, Andres Ticona, Victor Vargas, Pablo J. Venegas, Jack Sites 2013. Integrative taxonomy and preliminary assessment of species limits in the *Liolaemus walkeri* complex (Squamata, Liolaemidae) with descriptions of three new species from Peru. *ZooKeys* 364 (2013): 47-91; doi: 10.3897/zookeys.364.6109
- 63 Estudio hidrogeológico del proyecto minero Ancos, página 173



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

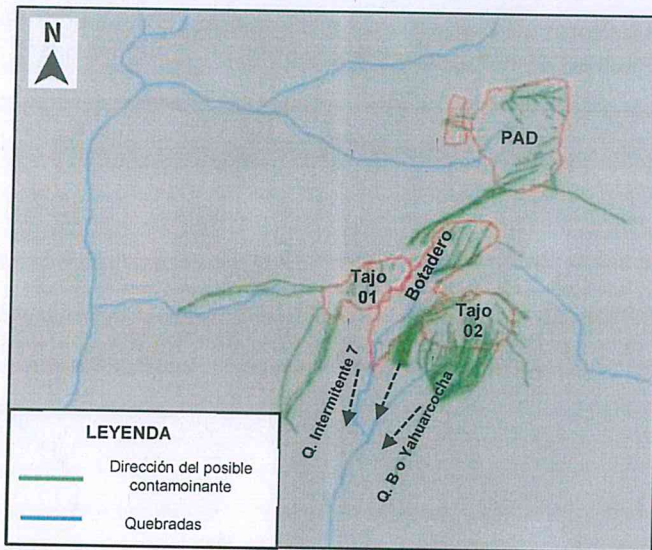


Figura 8- 35. Simulación de movimiento de posible contaminante en dirección N-S
Fuente: Estudio hidrogeológico del PM Ancos, página 17 [Adaptación]

El suelo Sancos presentó las mayores concentraciones de arsénico, plomo y mercurio en comparación a los suelos Pacchiri y Yahuarcocha, debido a su cercanía a la zona mineralizada, yacimiento epitermal de Au-Ag de alta sulfuración del Mio Plioceno (Franja XXIII⁶⁴).

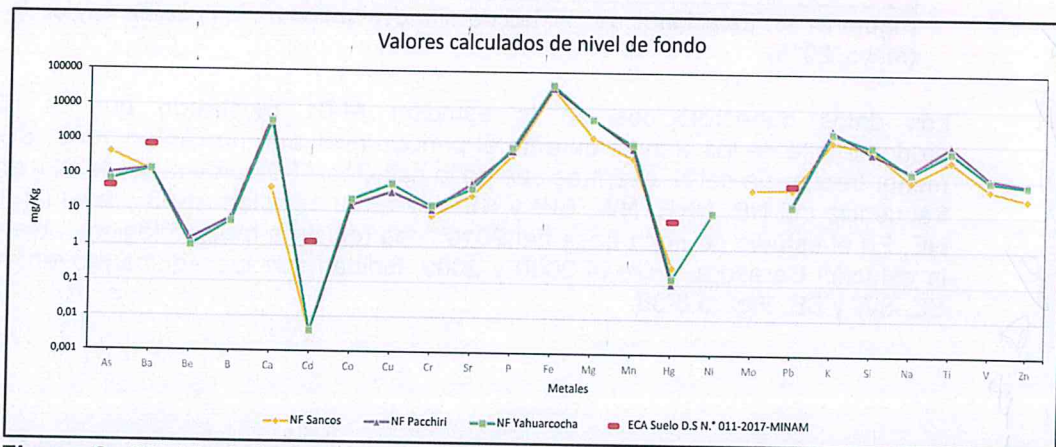


Figura 8- 36. Nivel de fondo para metales en tres tipos de suelo, Sancos, Pacchiri y Yahuarcocha

Nota: No se realizó el cálculo de nivel de fondo en algunos metales por encontrarse su concentración por debajo del límite de cuantificación del laboratorio.

Respecto a la evaluación de calidad de aire se consideró 2 estaciones, ubicadas al suroeste en el poblado de Sancos (AI-01/EA-02⁶⁵ y EA-03⁶⁶) y al este en el Anexo Pueblo Nuevo (AI-02/EA-01⁶⁷), en los cuales se determinó el material particulado

64 Mapa Metalogenético del Perú, 2009, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

65 Punto de la línea de base EA-02: Coordenada PSAD 56: E-612801m/N-8335070m;Coordenada WGS 84: E-612574m/N-8334706m, aproximadamente a 300 m del punto AI-01.

66 Punto de la línea de base EA-03: Coordenada PSAD 56: E-613815m/N-8335744m;Coordenada WGS 84: E-613588m/N-8335380m, aproximadamente a 1200m del punto AI-01.

67 Punto de la línea de base EA-01: Coordenada PSAD 56: E-617642m/N-8338345m;Coordenada WGS 84: E-617415m/N-8337981m aproximadamente a 1500m del punto AI-02.



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

menor a 10 micras (PM₁₀) y menor a 2,5 micras (PM_{2.5}), además, una tercera estación meteorológica en el sector Lambrepampa (AI-03). Figura 8-37.

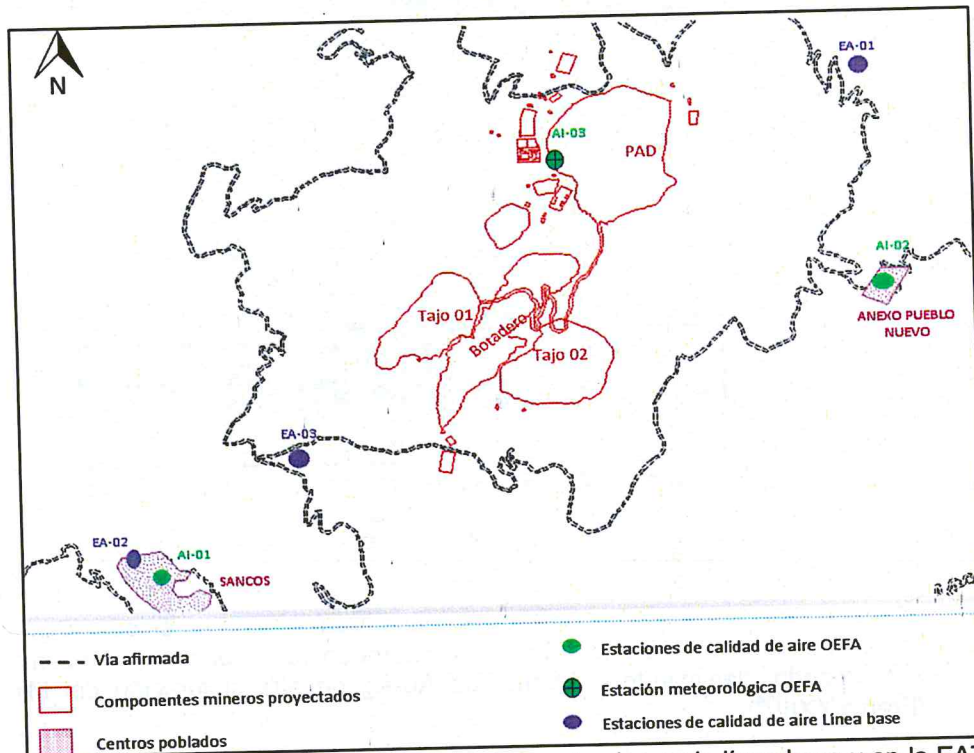


Figura 8- 37. Estaciones de calidad de aire evaluados en la línea base y en la EAT (mayo, 2018)

Los datos meteorológicos en la estación AI-01 mostraron que la dirección predominante de los vientos durante el periodo evaluado provenían del S, SSW y en menor frecuencia del N, mientras que en la estación AI-02 provenían del N y en menor frecuencia del NE, NNE, NW, SW y SSW; y en la estación AI-03 provenían del W y NE. En el estudio de línea base del 2010⁶⁸ los registros meteorológicos obtenidos de la estación Coracora, entre el 2000 y 2009, indican que los vientos provenían del S, SE, SW y SE. Figura 8-38.



Handwritten signature and notes in blue ink.

⁶⁸ Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado "Proyecto de Exploración Minera Sancos" R.D. N° 304-2011-MEM/AAM.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

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

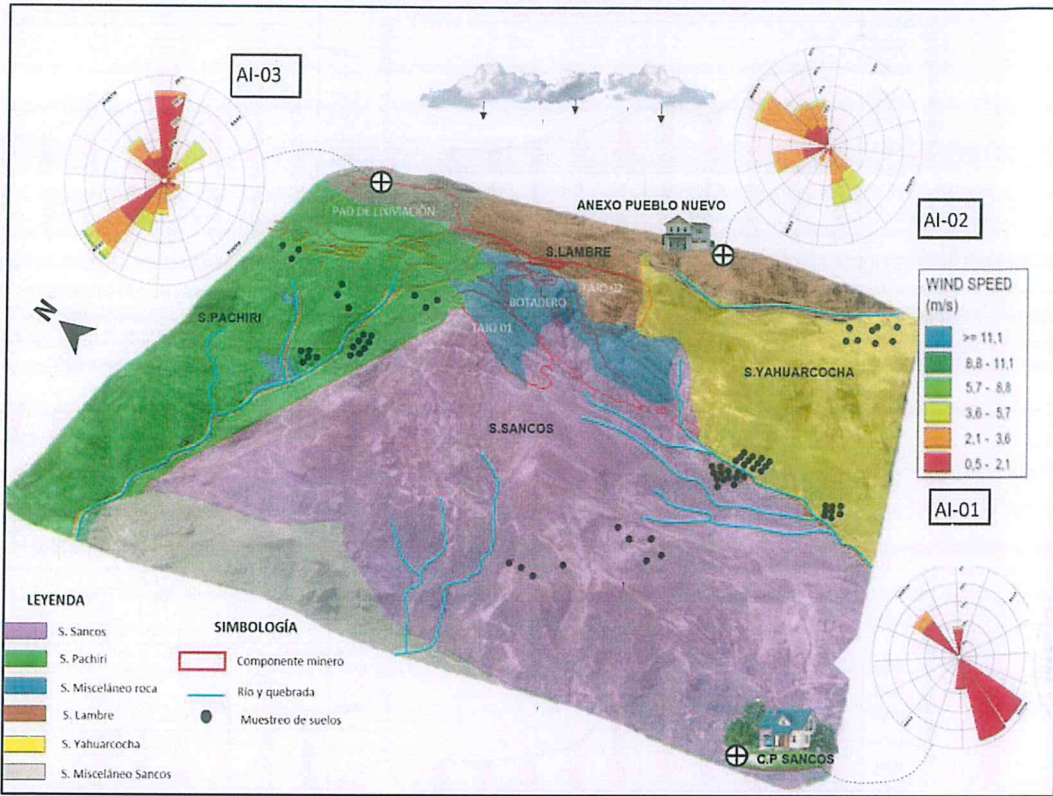


Figura 8- 38. Rosa de vientos en el área de influencia del PM Sancos

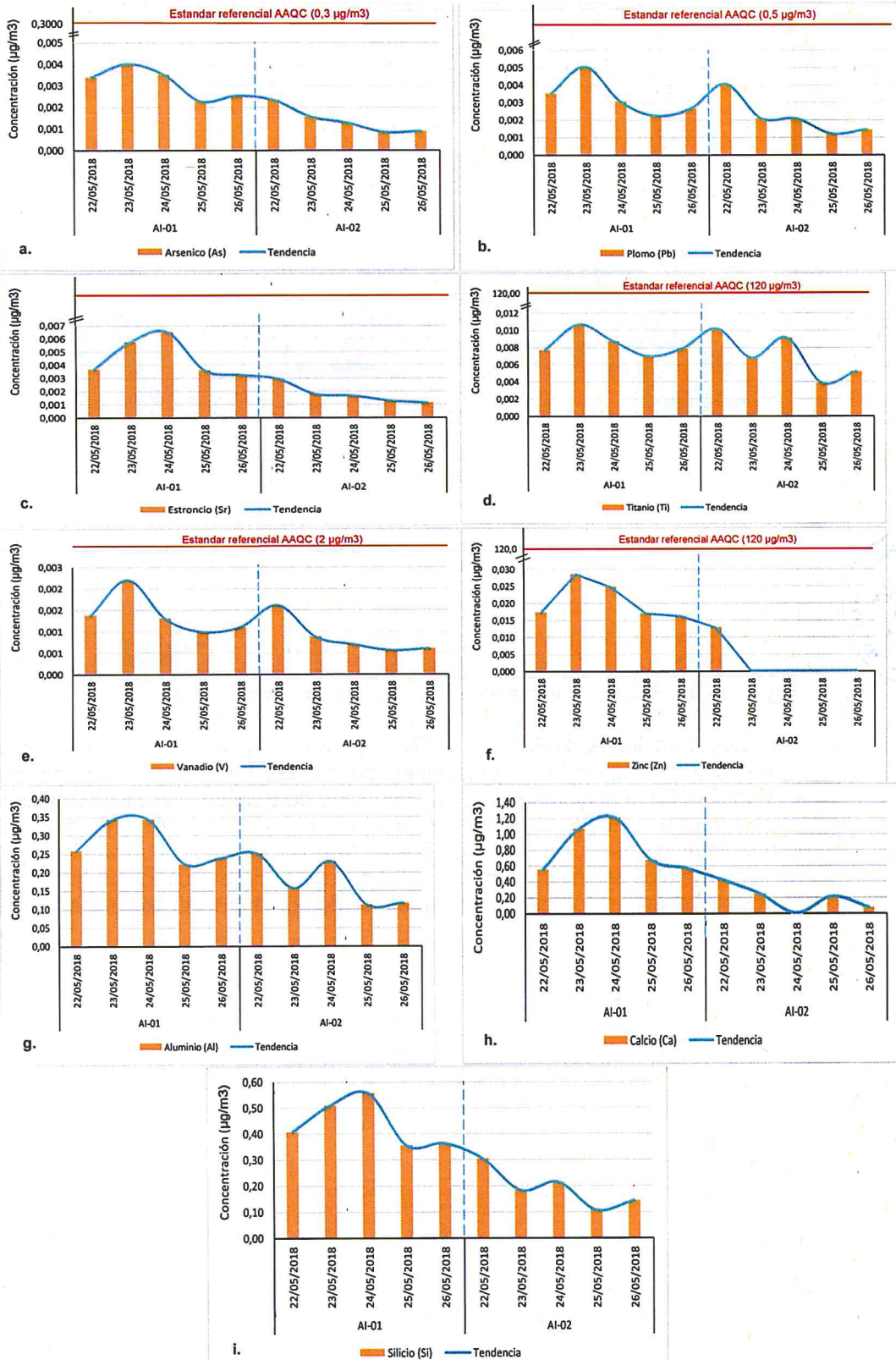
Las concentraciones de As, Pb, Sr, Ti, V y Zn no superaron los valores del estándar referencial AAQC en las 2 estaciones de calidad de aire establecidas durante la evaluación. En la estación AI-01, en el poblado de SANCOS, se registraron las mayores concentraciones de los metales mencionados además de Al, Ca y Si en comparación con la estación AI-02, en el Anexo Pueblo Nuevo (Figura 8-39). Cabe señalar que los mismos metales se registraron en los 3 tipos de suelo evaluados, lo que evidenciaría la posible resuspensión del material particulado por la erosión de suelos.



Handwritten notes in blue ink, including a vertical list of numbers: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50.



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



2
let
X
AI
2
PC
D
PA
Y
O

Figura 8- 39. Concentración de metales en PM₁₀ en las 2 estaciones de calidad de aire a.arsénico, b. plomo, c. estroncio, d. titanio, e. vanadio, f. zinc, g. aluminio, h. calcio e i. silicio



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

Las concentraciones de PM₁₀ y PM_{2,5} no superaron los valores establecido en los ECA para aire, D.S. N.º 074-2001-PCM y D.S. N.º 003-2008-MINAM (según el IGA), y D.S. N.º 003-2017-MINAM (estándar vigente).

En la Figura 8-40 se presenta el registro histórico de material particulado PM₁₀ en las estaciones de calidad de aire evaluados, donde se observa que las estaciones EA-01 y EA-02 (línea base y reportes de monitoreo trimestral 2010-2017) y, AI-01 y AI-02 (OEFA, 2018) presentaron concentraciones similares.

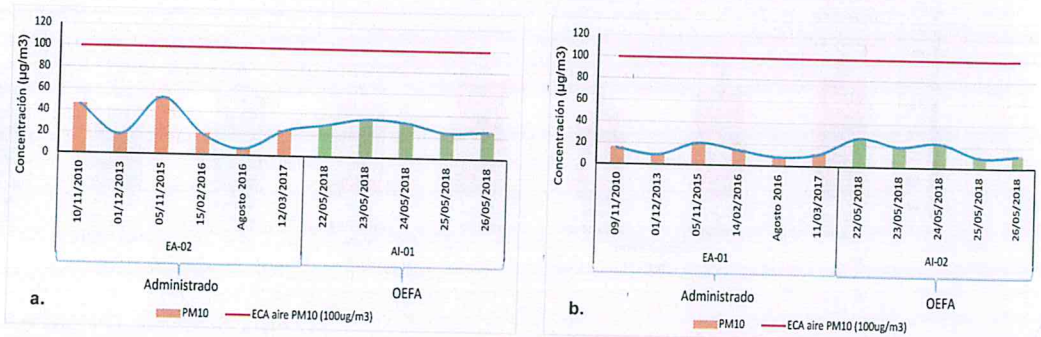
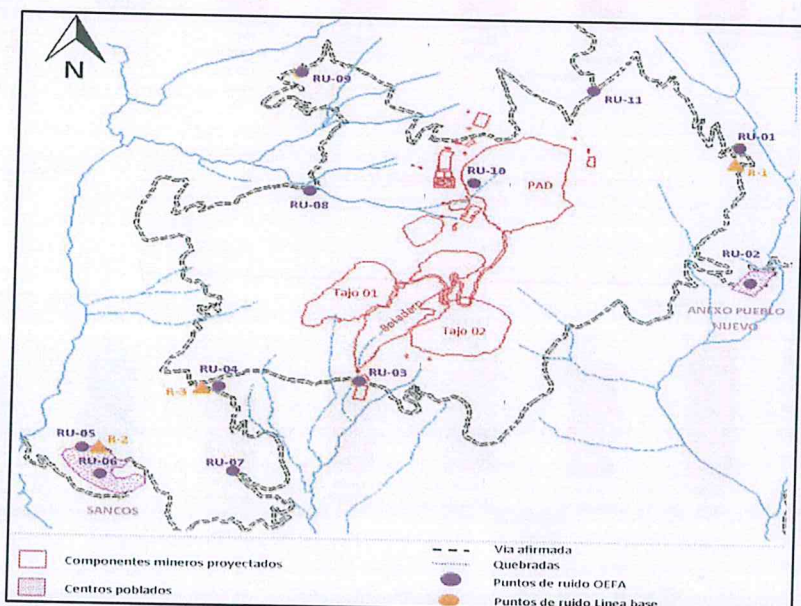


Figura 8- 40. Registro histórico y comparación de la concentración de material particulado PM₁₀ a. estación AI-01/EA-02 y b. estación AI-02/EA-01

Para la evaluación de ruido ambiental en horario diurno se consideró 11 puntos de monitoreo, de los cuales ninguno superó los ECA para ruido según D.S. N.º 085-2003-PCM para zona industrial y residencial. Del total de puntos evaluados solo 3 coincidieron con los puntos de la línea base (R-1⁶⁹/RU-01, R-2⁷⁰/RU-05 y R-3⁷¹/RU-04). Figura 8-41.



2
 H
 A
 R
 A
 2018



69 Punto de línea de base R-1: Coordenada PSAD 56: E-617642m/N-8338345m;Coordenada WGS 84: E-617419m/N-8337975m

70 Punto de línea de base R-2: Coordenada PSAD 56: E-612801m/N-8335070m;Coordenada WGS 84: E-612578m/N-8334700m

71 Punto de línea de base R-3: Coordenada PSAD 56: E-613815m/N-8335744m;Coordenada WGS 84: E-613592m/N-8335374m



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

Los niveles de presión sonora registrados por el OEFA (2018) y en la línea de base (2010) no superaron los valores establecidos en los ECA para ruido, zona industrial (R-1/RU-01 y R-3/RU-04) y residencial (R-2/RU-05), a excepción del punto R-2, en el 2016 y 2017, donde se registraron valores de 50,4 dB y 53,9 dB en horario nocturno. Figura 8-42.

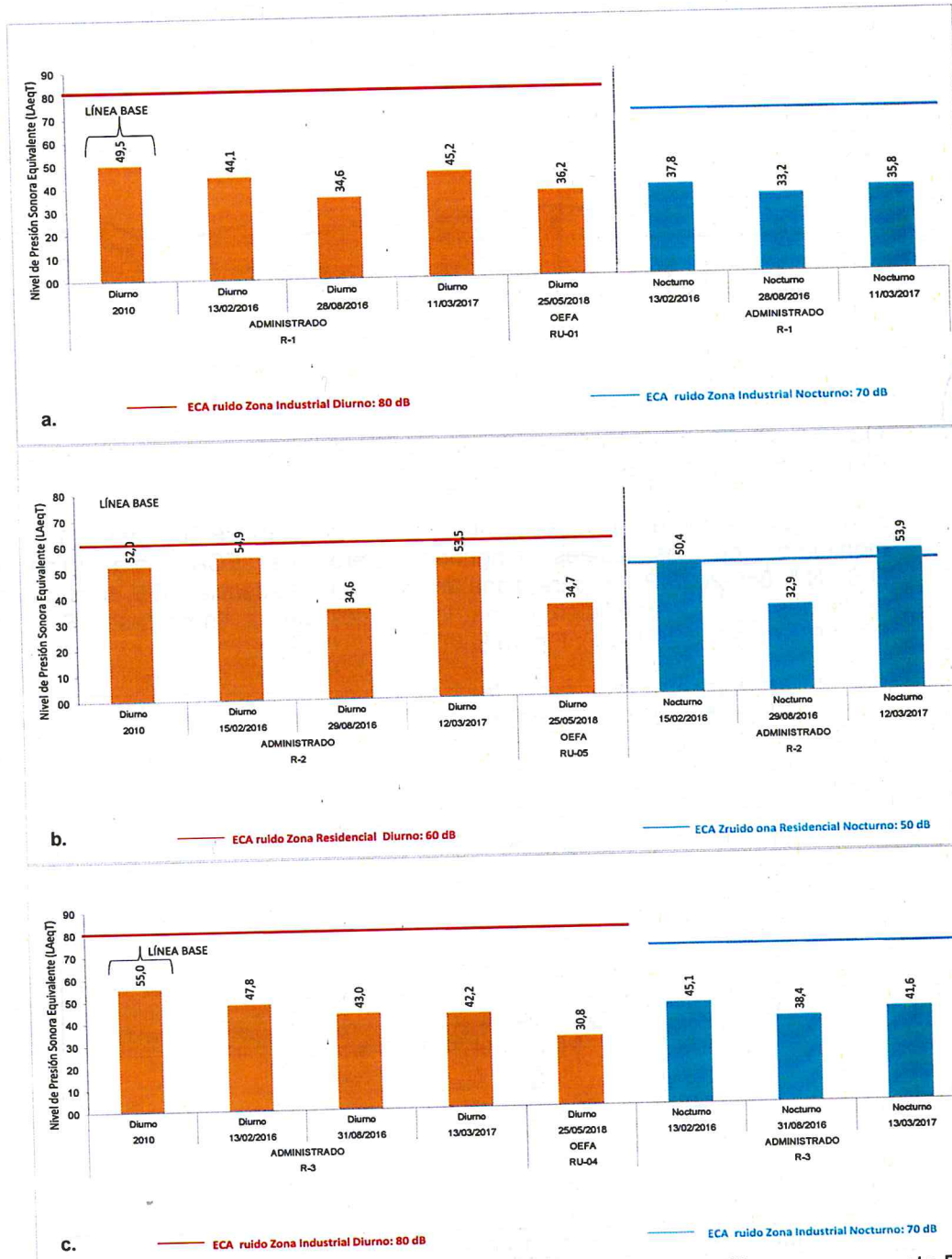


Figura 8- 42. Registro histórico y comparación de niveles de presión sonora a. punto RU-01/R-1, b. punto RU-05/R-2 y c. punto RU-04/R-3



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a large 'L' and 'PE' and some illegible characters.



9. CONCLUSIONES

- La composición hidroquímica de los cuerpos de agua de las microcuencas Para y Sancos es determinada por el contexto geológico local, debido a la interacción oxígeno-agua-roca en zonas mineralizadas con alteración argílica, con presencia de minerales de óxido de hierro (hematita, limonita) y oxidación de sulfuros de hierro (pirita) que desencadenan la oxidación de minerales sulfurosos que incrementan la concentración de sulfatos, acidificando el agua y liberando metales como aluminio, hierro y manganeso, entre otros; en cambio, en zonas alejadas de mineralización el proceso de interacción del agua de lluvia con los suelos orgánicos e inorgánicos otorgan las condiciones básicas, liberando menores concentraciones de metales a los cuerpos de agua.
- La calidad de agua de las quebradas y ríos de las microcuencas Sancos y Para registraron concentraciones de aluminio, hierro y manganeso que incumplieron los valores establecidos en los ECA para agua Cat. 3 (2008 y 2017) excepto en las quebradas Larapage, A, permanente 1, permanente 2 y permanente 3 que si cumplieron con los estándares mencionados. Las mayores concentraciones se registraron en las quebradas Lambre (microcuenca Para), intermitente 7 y Yahuarcocha (microcuenca Sancos), por encontrarse en un contexto geológico de afloramientos rocosos con múltiples etapas de mineralización y con 3 tipos de alteración (argílica, sílica y óxidos de hierro), afectadas por fallas con dirección preferencial N-S y E-O, que según el diagrama de Ficklin se clasificaron como aguas ácidas con alta carga de metales, y según el diagrama de Piper fueron de tipo sulfatada cálcica, además, estas quebradas presentaron una menor riqueza, abundancia y diversidad de perifiton (microalgas) y macroinvertebrados bentónicos, asociados a ambientes de pH ácidos y conductividades bajas, otorgándole una calidad biológica de pésima a mala según el índice biótico andino, por la presencia de las familias Chironomidae y Gyrinidae que son tolerantes a estas condiciones.
- Las quebradas Larapage (microcuenca Para), A, permanente 1, permanente 2 y permanente 3 (microcuenca Sancos) que cumplieron con los estándares mencionados se encuentran en un contexto geológico formado por depósitos morrénicos antiguos y rocas volcánicas con moderada alteración argílica afectadas por fallas con dirección preferencial NO-SE y E-O, que según el diagrama de Ficklin se clasificaron como aguas con pH cerca a neutro y baja carga de metales, y según el diagrama de Piper fueron de tipo sulfatada cálcica, además, estas quebradas presentaron una mayor riqueza, abundancia y diversidad de perifiton (microalgas) y macroinvertebrados bentónicos asociada a pH cerca a neutros y conductividades bajas, otorgándole una calidad biológica de moderada a buena según el índice biótico andino por la presencia de las familias Leptophlebiidae, Gripopterygidae e Hydrobiosidae que son sensibles a estas condiciones. Asimismo, en la quebrada A se registró la rana *Telmatobius* cf. *Intermedius* «K'ayra», categorizada como una especie con datos insuficientes (DD) según el D.S. N.º 004-2014-MINAGRI y con distribución restringida en el departamento de Ayacucho según la Unión Internacional de la Naturaleza (IUCN 2018).
- En la parte baja del área donde se emplazará el botadero y los tajos se identificó la formación vegetal predominante matorral, con 138 especies, de las cuales 23 se encuentran en algún estado de conservación y de estas, 15 son endémicas, 6 amenazadas y, 2 endémicas y amenazadas (*Corryocactus brevistylus* «sanky» según la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, 2015 y la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2018; y *Myrcianthes quinqueloba* «guayabillo» según el D.S N.º 043-2006-AG). Respecto a la fauna se



Handwritten notes in blue ink: an arrow pointing to the stamp, followed by 'L', 'H', 'A', 'L', 'P', 'D', 'PA', 'Y', 'O'.



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

registró 5 especies de mamíferos, *Lycalopex culpaeus* «zorro», *Hippocamelus antisensis* «taruca», *Mustela frenata* «comadreja», *Conepatus chinga* «zorrino» y *Lagidium peruanum* «vizcacha», de los cuales los dos primeros se encuentran en algún estado de conservación según la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (2017).

- En el área donde se emplazará el PAD de lixiviación se identificó 3 formaciones vegetales como pajonal mixto, roquedal y bosque de *Polylepis* «queñual», este último considerado un ecosistema frágil, con 94 especies, de las cuales 20 se encuentran en algún estado de conservación y de estas, 9 son endémicas, 10 son amenazadas y, solo una es endémica y amenazada (*Senecio chachaniensis*, categorizada como una especie en peligro crítico según el D.S N.º 043-2006-AG), además el registro de esta especie representa una ampliación en su distribución. En cuanto a fauna se registró 7 especies de mamíferos, *Lagidium peruanum* «vizcacha», *Conepatus chinga* «zorrino» y *Mustela frenata* «comadreja»; *Puma concolor* «puma», *Vicugna vicugna* «vicuña», *Leopardus colocolo* «gato de pajonal» e *Hippocamelus antisensis* «taruca» los cuales se encuentran en algún estado de conservación según la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (2017), el D.S N.º 004-2014-MINAGRI y la Unión Internacional de la Naturaleza (IUCN 2018).
- Se determinó los valores de nivel de fondo de 24 metales y metaloides en tres tipos de suelos, Sancos, Pacchiri y Yahuarcocha. El suelo Sancos presentó las mayores concentraciones de arsénico, plomo y mercurio en comparación a los suelos Pacchiri y Yahuarcocha, debido a su cercanía a la zona mineralizada que es un yacimiento epitermal de Au-Ag de alta sulfuración del Mio Plioceno.
- Las concentraciones promedio de 24 horas de material particulado menor o igual a 10 micras (PM₁₀) y menor o igual a 2,5 micras (PM_{2,5}) no excedieron los ECA para aire (2001, 2008 y 2017) en 2 estaciones (AI-01 y AI-02), en cuanto a los metales en PM₁₀, estos no excedieron los valores estándares de la norma canadiense referencial *Ontario's Ambient Air Quality Criteria* (2012). El poblado de Sancos (AI-01) presentó mayores concentraciones de PM₁₀ y metales (arsénico, plomo, estroncio, titanio, vanadio, zinc, aluminio, calcio y silicio) en comparación con las concentraciones registradas en el Anexo Pueblo Nuevo (AI-02). Estos metales predominantes en el material particulado en el poblado Sancos (AI-01), coinciden con la presencia de los metales mencionados en el tipo de suelo Sancos, lo que evidencia la posible resuspensión del material particulado por la erosión de suelos.
- Los niveles de presión sonora registrados durante la evaluación ambiental en 11 puntos de monitoreo en horario diurno, no superaron los ECA para ruido D.S. N.º 085-2003-PCM para zona industrial y residencial.



Handwritten notes and signatures in blue ink, including an arrow pointing to the stamp and several initials.

10. ANEXOS

- Anexo 1: Participación ciudadana
- Anexo 2: Mapas
- Anexo 3: Reportes de campo
- Anexo 4: Reportes de resultados
- Anexo 5: Tablas de resultados
- Anexo 6: Informes de ensayo